

TECHNIK

IGSH
T
ZUGÄNG-
LICHKEIT



Bio -

AKTIVI-
TÄT

LOWTECH IM GEBÄUDE BEREICH

Fachsymposium TU Berlin 16.05.2022

ZUKUNFT BAUEN: FORSCHUNG FÜR DIE PRAXIS | Band 32



BBSR

ZUKUNFT BAU
FÖRDERN FORSCHEN ENTWICKELN

MESSEN HEIT

Impressum

Herausgeber

Bundesinstitut für Bau-, Stadt- und Raumforschung (BBSR)
im Bundesamt für Bauwesen und Raumordnung (BBR)
Deichmanns Aue 31–37
53179 Bonn

Wissenschaftliche Begleitung

Bundesinstitut für Bau-, Stadt- und Raumforschung
Referat WB 7 „Klimaneutralität im Gebäudebetrieb“

Jörg Lammers
joerg.lammers@bbr.bund.de

Redaktion

Bundesinstitut für Bau-, Stadt- und Raumforschung
Referat WB 7 „Klimaneutralität im Gebäudebetrieb“
Jörg Lammers, Oliver Schlappat

NATURAL BUILDING LAB – constructive design and climate adaptive architecture
Saima Selina Schlez, Eike Roswag-Klinge

Autorinnen und Autoren

Thomas Auer
Daniel Bell
Rolf Frischknecht
Ernst Gruber
Julia Halbauer
Lukas Lauss
Bernhard Lipp
Ingo Malter
Ute Muñoz-Czerny
Florian Nagler
Niko Paech
Stefan Simon
Andrea Vetter
Thomas Zelger

Korrektorat

satzweiss.com, Saarbrücken

Stand

März 2023

Gestaltung

A Vitamin Kreativagentur GmbH, Berlin

Druck

Druck- und Verlagshaus Zarbock GmbH & Co. KG, Frankfurt am Main

Bestellungen

wb7@bbr.bund.de; Stichwort: lowtech 2

Bildnachweis

Titelbild: Andrea Vetter

Arge ZRS Architekten GvA mbH und Bruno Fioretti Marquez GmbH: S.82 und 83 | BBSR: S.21, S.29, S.31 linke Spalte oben und rechte Spalte oben, S.51, S.81 und S.109 sowie die Autorenfotos von Daniel Bell (S.110), Rolf Frischknecht (S.110), Julia Halbauer (S.111), Bernhard Lipp (S.112), Ingo Malter (S.112), Florian Nagler (S.113), Niko Paech (S.113), Stefan Simon (S.113), Andrea Vetter (S.113) und Thomas Zelger (S.114) | Daniel Bell: S.34 | Lukasz Bratasz: S.74 | Andreas Buchberger: S.31 rechte Spalte unten | Laura Franke: S.58 und S.59 unten | Rolf Frischknecht: S.89, S.91 und S.92 | Andreas Gugumuck: S.105 und S.106 | Eduard Hüber: S.31 linke Spalte Mitte | IBO: S.31 linke Spalte unten | Lukas Lauss: S.43 bis S.48 | Florian Nagler Architekten: S.55 und S.60 | Anja Rosen: S.59 oben | Stefan Simon: S.65, S.67, S.72, S.73, S.74 | Schelz, Lanz, PK Odessa: S.52 bis S.54, S.55 unten, S.56 und S.57 | Rupert Steiner: S.31 rechte Spalte Mitte | STÖBE. Die Agentur für Kommunikation GmbH: S.84 bis S.87 | Andrea Vetter: S.22, S.23, S.24 und S.27 | Thomas Zelger: S.38

Die Portraitfotos von Thomas Auer (S.110), Ernst Gruber (S.111), Lukas Lauss (S.111) und Ute Muñoz-Czerny (S.112) sind von der jeweiligen Autorin resp. dem jeweiligen Autoren selbst zur Verfügung gestellt worden.

Nachdruck und Vervielfältigung

Alle Rechte vorbehalten
Nachdruck nur mit genauer Quellenangabe gestattet.
Bitte senden Sie uns zwei Belegexemplare zu.

Der Herausgeber übernimmt keine Gewähr für die Richtigkeit, die Genauigkeit und Vollständigkeit der Angaben sowie für die Beachtung privater Rechte Dritter. Die geäußerten Ansichten und Meinungen müssen nicht mit denen des Herausgebers übereinstimmen.

ISBN 978-3-87994-098-1
ISSN 2199-3521

Bonn 2023

Lowtech im Gebäudebereich

Fachsymposium TU Berlin 16.05.2022

Gefördert durch:



Bundesministerium
für Wohnen, Stadtentwicklung
und Bauwesen

aufgrund eines Beschlusses
des Deutschen Bundestages



Bundesinstitut
für Bau-, Stadt- und
Raumforschung

im Bundesamt für Bauwesen
und Raumordnung



ZUKUNFT BAU
FORSCHUNGSFÖRDERUNG

Dieses Projekt wurde gefördert vom Bundesinstitut für Bau-, Stadt- und Raumforschung (BBSR) im Auftrag des Bundesministeriums für Wohnen, Stadtentwicklung und Bauwesen (BMWSB) aus Mitteln des Innovationsprogramms Zukunft Bau.

Aktenzeichen: 10.08.18.7-22.13

Projektlaufzeit: 01.2022 bis 06.2022

Das Fachsymposium wurde organisiert und durchgeführt von:



**Bundesinstitut
für Bau-, Stadt- und
Raumforschung**

im Bundesamt für Bauwesen
und Raumordnung



BBSR Referat WB7

Klimaneutralität im Gebäudebetrieb



**NATURAL
BUILDING
LAB**

Technische Universität Berlin

NATURAL BUILDING LAB –

constructive design and climate adaptive architecture

Fakultät VI | Institut für Architektur

Inhaltsverzeichnis

Zweites Lowtech-Symposium an der TU Berlin	6
Mehr als nur weniger – von Lowtech zur Suffizienz	8
1 Vom Wachstumsdogma zur urbanen Subsistenz	14
Niko Paech	
2 Konviviale Technik – eine Bauanleitung in acht Schritten	22
Andrea Vetter	
3 Nutzerkomfort durch Lowtech-Konzepte in Gebäuden	30
Thomas Zelger, Daniel Bell, Bernhard Lipp, Ute Muñoz-Czerny, Ernst Gruber	
4 Robuste, nutzerfreundliche und kostengünstige TGA in Gebäuden	40
Lukas Lauss, Thomas Auer	
5 einfach bauen	52
Florian Nagler	
6 Look up – der Weg zum grünen Museum	61
Stefan Simon	
7 Gebäude als Materiallager anstatt Schadstoffdepots	82
Ingo Malter	
8 Umweltfußabdruck von Gebäuden	88
Rolf Frischknecht	
9 Stadt, Land, Anders – Architektur und Planung für eine solidarische Postwachstumsgesellschaft	96
Julia Halbauer	
Die Autorinnen und Autoren	110

Zweites Lowtech-Symposium an der TU Berlin

Auf dem zweiten Lowtech-Symposium an der TU Berlin wurden einfache, robuste und technikreduzierte Strategien für einen klimaneutralen Gebäudebestand im Kontext einer suffizienzorientierten Postwachstumsgesellschaft mit Fachleuten aus Wissenschaft und Praxis diskutiert. Mehr als 500 Anmeldungen für die hybride Veranstaltung zeigten das große Interesse an diesem Themenbereich. Darüber hinaus war es für viele der Teilnehmerinnen und Teilnehmer vor Ort die erste Präsenzveranstaltung nach mehr als zwei Jahren pandemiebedingter Abstinenz.

Die Entkopplung wirtschaftlichen Handelns und des dadurch verursachten Umweltverbrauchs ist bisher das erklärte Ziel deutscher Umwelt- und Energiepolitik. Für diese Zielstellung erschien es ausreichend, auf indirekte Maßnahmen zu setzen, was in der Regel eine Verbesserung relativer Zahlen durch technikfokussierte Effizienz- und Konsistenzmaßnahmen verfolgt. Eine Reduzierung des Energieverbrauchs pro Quadratmeter Gebäudenutzfläche stellt aber keineswegs sicher, dass der absolute Umweltverbrauch reduziert wird. So ist der flächenspezifische Energieverbrauch von Gebäuden in den vergangenen Jahrzehnten zwar deutlich gesunken, der Gesamtverbrauch des Sektors bleibt aber auf unverändert hohem Niveau. Auch der nun propagierte Weg eines sogenannten grünen Wachstums erscheint, wie **Niko Paech** in seinem Beitrag unterstreicht, wenig erfolgversprechend. Zum einen werden Effizienzsteigerungen grundsätzlich von Rebound-Effekten beeinträchtigt. Zum anderen zeigt sich, dass die Tertiärisierung der Wirtschaft von einer Verlagerung ressourcenintensiver Produktionsprozesse in den globalen Süden begleitet ist und die vermeintlich sauberen, regenerativen Energieträger nur mit einem hohen Ressourcenaufwand zu erstellen sind. Nicht nur in der Postwachstums-Community, sondern auch in der Rebound-Forschung setzt sich deshalb zunehmend die Ansicht durch, dass eine notwendige, absolute Reduzierung des Umweltverbrauchs nur mit wachstumsvermindernden Maßnahmen erreicht werden kann, das heißt mit den immer öfter ins Gespräch gebrachten Umweltsteuern, Streichungen umweltschädigender Subventionen sowie Caps und Budgets. Ein solcher Transformationsprozess muss nach **Andrea Vetter** aber auch mit einem veränderten Verständnis des Verhältnisses zwischen Menschen und Natur einhergehen, was eine andere Konzeption von Technik bedingt. Die Prinzipien für eine konviviale Technik – Beziehungsfähigkeit, Zugänglichkeit, Anpassungsfähigkeit, Bio-Interaktivität und Angemessenheit – können dabei wegweisend sein. Die Architektin **Julia Halbauer** setzt sich ebenfalls für eine stärkere Berücksichtigung von Postwachstums-Prinzipien in Architektur und Planung ein. Eine zentrale Forderung ist die demokratische Gestaltung der notwendigen Transformationsprozesse, die eine intensive Zusammenarbeit zwischen den beteiligten Institutionen und Akteuren verlangt und eine Kultur des Experimentierens und Fehlermachens ermöglicht, um alternative Wege einer postwachstumsorientierten Gesellschaft zu implementieren.

Auch die Teilnehmerinnen und Teilnehmer des Symposiums sind sich vor allem darin einig, dass es ohne Verzicht nicht gelingen wird, die Klimaziele im Gebäudebereich zu erreichen. Mit einem Komfortverlust muss das jedoch keinesfalls einhergehen. Der Schlüssel dazu ist gute Architektur. So entsteht in Berlin Britz ein Pilotprojekt, bei dem von der **Stadt und Land Wohnbau GmbH** zwei weitgehend baugleiche mehrgeschossige Wohnhäuser errichtet werden – eines davon in Ziegel- und eines in Holzbauweise. Untersucht wird, wie energiereich die Produktion und Verwendung der Materialien ist und was die ressourcenschonenden Alternativen sein könnten, aber auch, wie sich Lowtech-Konzepte im Geschosswohnbau ökonomisch abbilden lassen. Das

Pilotprojekt verfolgt einen ähnlichen Ansatz wie Architekt **Florian Nagler** mit seinen Forschungshäusern im Rahmen des vom BMWSB geförderten Zukunft-Bau-Projekts „Einfach bauen“ in Bad Aibling. Auch hier geht es um das Sammeln von Praxis-Erfahrungen und Daten bei drei identischen Gebäuden, die sich lediglich in ihrer Materialität – Leichtbeton, Mauerwerk und Holz – unterscheiden.

Büro- und Verwaltungsgebäude stehen hingegen im Fokus eines Forscherteams der **TU München**, des **IBO (Österreichisches Institut für Bauen und Ökologie)**, der **FH Technikum** und des **wohnbunds** in Wien. Um die Beeinflussung von technischer Gebäudeausstattung und -planung auf den Benutzerkomfort und die Umweltwirkung zu klären, wurde ein neuer Indikator „Lowtech Readiness Indicator (LowTRI)“ entwickelt. Dieser bildet die vielfältigen Aspekte einer Gebäudeplanung ab, die sowohl Energieeffizienz als auch Nutzerkomfort beeinflussen. Damit soll es erleichtert werden, in der Planung zu bestimmen, welche Technik nötig ist und welche nicht. Das Wissen darüber, unter welchen Bedingungen ein Gebäude am besten funktioniert und wie man selbst dazu beitragen kann, hilft bei der Verringerung von Rebound-Effekten und Performance Gaps, die sich negativ auf die Energiebilanz auswirken. Dennoch bleibt die Bewertung von Lowtech-Gebäuden schwierig, da es viele unterschiedliche Wege gibt, um ans Ziel zu gelangen. Auch der Museumbau, als einer der größten Energieverbraucher im städtischen Kontext wurde diskutiert. **Stefan Simon**, Direktor des Rathgen-Forschungslabors der Staatlichen Museen zu Berlin, unterstreicht den enormen ökologischen Fußabdruck unserer Museumsbauten und stellt damit die nachhaltige Bewahrung des kulturellen Erbes als die ureigene Mission von Museen infrage. Hier scheint insbesondere die übermäßige Klimatisierung, die sich traditionell eher an der technischen Machbarkeit als am konservatorisch Notwendigen ausrichtet, ein wesentliches Hindernis für mehr Klimafreundlichkeit zu sein. Der Schweizer Bauingenieur **Rolf Frischknecht** weist in diesem Kontext darauf hin, wie wichtig es ist, die sektorübergreifenden Wirkungen des Handlungsfelds Errichtung und Nutzung von Hochbauten zu betrachten, um die tatsächliche Umweltwirkung von Gebäuden zu erfassen. Seine Untersuchungen zeigen beispielsweise, dass pro Tonne direkt emittierte Treibhausgase (Gebäudebetrieb wie beispielsweise Heizwärmeerzeugung) zusätzlich noch 2,4 Tonnen versteckte Treibhausgasemissionen (bspw. Energiebereitstellung, Errichtung und Modernisierung) verursacht werden. Darüber hinaus ist es wichtig, dass eine klare Kommunikation über die Möglichkeiten und Ziele eines Gebäudes auch Einfluss auf Erwartungshaltungen der Nutzenden hat. So verändern sich mitunter die Komfortansprüche so, dass sich damit Ressourcen und Emissionen sparen lassen, ohne dass dies das Komfortempfinden negativ beeinflusst.

In der abschließenden Diskussionsrunde fand ein reger Austausch mit Vertretern des Umwelt- und Bauministeriums statt. Dabei wurden mit den Teilnehmerinnen und Teilnehmern vor Ort und im Stream unterschiedliche Positionen eines Weges des „grünen Wachstums“ und der Abkehr vom Technikoptimismus als Gegenentwurf zu einem paradigmatischen Wirtschaftswachstum diskutiert. Moderiert hat die Veranstaltung wieder **Helmut Krapmeier**, der uns dank seines großen Fachwissens und jahrelanger Erfahrung souverän durch den gesamten Tag geführt hat.

Jörg Lammers, Oliver Schlappat
Bundesinstitut für Bau-, Stadt- und Raumforschung,
Referat WB 7 Klimaneutralität im Gebäudebetrieb

Mehr als nur weniger – von Lowtech zur Suffizienz

Unlängst hat Francis Kéré den renommierten Pritzkerpreis gewonnen. Bekannt wurde der Architekt im Jahr 2001 mit einem Gebäude, das rückblickend wie eine erste Antwort des neuen Jahrtausends auf alle Fragen wirkt, die es seither prägen. Der 1965 in Gando in Burkina Faso geborene Kéré hatte für seinen Heimatort eine Grundschule entworfen, deren Baumaterialien Kéré aus einem Gemisch aus lokalem Lehm und Zement herstellen ließ; auch bei hohen Temperaturen ist das Klima in den Räumen erträglich, ein weit überhängendes, über den Klassenräumen schwebendes Dach spendet Schatten und ermöglicht, dass der Wind das Gebäude ganz ohne Klimaanlage kühlt und die Hitze entweichen kann. Die Positionierung der Bauten war dem Verlauf der Sonne und der Winde geschuldet, ihr Aussehen brachte die Errungenschaften und Formen einer westlichen Moderne zusammen mit der Intelligenz alter lokaler Bautechniken: Kéré hatte schon vor zwei Jahrzehnten an einer ressourcenschonenden Bauweise gearbeitet, die sich lokaler Materialien bedient und ihre Formen aus dem Ort heraus entwickelt. Zugleich zielt sein Werk darauf ab, die Lebensbedingungen aller zu verbessern, die sich keine Architektur leisten können.

Ganz in diesem Sinne soll hier die (notwendige) Brücke von Lowtech zur Suffizienz gebaut werden – zumal ja die Frage im Raum steht, wie es mit der Gesellschaft weitergehen soll, wenn das anscheinend unbegrenzte Wachstum im Widerspruch zur Endlichkeit natürlicher Ressourcen steht. Im Begriff „Suffizienz“ bündelt sich diese Debatte wie im Brennglas. Allerdings bleibt offen, wie sich die Tugend des Maßhaltens und der Wunsch nach qualitativem Wachstum zueinander verhalten. Während Effizienz in der Regel auf neue Technologien zielt, meint Suffizienz eher ein Umdenken. Das ist gesellschaftlich ungleich schwerer zu haben. Gleichwohl ist es geboten, einige Weichen neu zu stellen. Die folgenden acht Thesen oder Forderungen sollen die entsprechende Diskussion beleben. Unterschiede zwischen Architektur und Städtebau, Landschafts- oder Regionalplanung werden dabei bewusst missachtet, da es sich um ein Themenfeld handelt, das genau diese Wechselwirkungen zusammen denken muss.

Kein verkürztes Verständnis von Suffizienz kultivieren

Was damit gemeint ist, soll am Stichwort „Tiny House“ erläutert werden. Das Tiny House ist ein demonstratives Selbstbekenntnis. Weniger ist mehr! Wir leben auf zu großem Fuß! Intensität statt Konsum! Das Tiny House gilt gleichsam als raumgewordener Ausdruck von Suffizienz. Werden in Deutschland pro Person bald 48 m² Wohnfläche genutzt, so sind die Tiny Houses deutlich darunter: 10, 16, vielleicht auch mal 20 m². Aber: Die Kleinhäusler von heute sind auf öffentliche Einrichtungen angewiesen – Schulen, medizinische Versorgung, Einkaufsmöglichkeiten –, die sie allein nicht aufrechterhalten könnten. Als Zuflucht, Alterssitz, Erholungsort oder Stätte kreativer Mühe bieten sie eine Ergänzung zum „normalen“ Leben, aber keine Alternative: Im Zentrum der Probleme steht die Arbeit an sich und wie wir sie miteinander teilen; es handelt sich um eine soziale Frage und nicht um ein Problem des Eigentums. Das Tiny House könnte deshalb nur ein Ausweichmanöver sein, um die Frage nach dem Miteinander erneut zu umgehen. Das Tiny House suggeriert dem Einzelnen eine Autonomie, die

er oder sie in Wirklichkeit nicht hat, indem es sagt: Wenn du alles reduzierst, wenn du dich kleiner und kleiner machst, dann kannst du es aus eigener Kraft schaffen. Was soll man allein auf der Wiese? Ohne einander, ohne Gesellschaft geht es nicht, weil die gesellschaftlichen Verhältnisse auch das Landleben bestimmen und reglementieren. Suffizienz meint mehr als singuläre Askese.

Flächenzertifikate einführen

Täglich werden heute in Deutschland etwa 54 ha Fläche neu versiegelt beziehungsweise für eine Bebauung freigegeben; das entspricht circa 76 Fußballfeldern. Nun kann man erfreut sagen, dass das doch einen erheblichen Fortschritt darstellt – vor 30 Jahren waren es noch etwa 120 ha. Allerdings hat sich die Bundesregierung ein ambitioniertes Ziel auferlegt, nämlich maximal 30 ha pro Tag. Das umzusetzen ist, man ahnt es, nicht unproblematisch. Da Grund und Boden eine wertvolle und nicht vermehrbare Ressource sind, ist eine weitere – insbesondere unkontrollierte – Flächennutzung für Verkehrs- und Siedlungszwecke prekär und unter dem Aspekt der Nachhaltigkeit eigentlich nicht zu tolerieren. Die bessere Idee wäre ein bundesweiter Handel mit Flächenzertifikaten. Ähnlich wie beim CO₂-Handel muss Bauland eine kostbare Ware werden. Das UBA hat zwischen 2013 und 2018 ein Planspiel umgesetzt, mit dem die Flächeninanspruchnahme reduziert und den Kommunen dafür Anreize gegeben werden. In dem Modellversuch wurde ein entsprechender Zertifikatehandel getestet. Die 87 teilnehmenden Gemeinden bekamen dabei Flächenausweisungsrechte in Form von beurkundeten Kontingenten kostenlos zugeteilt. Diese benötigen sie, wenn sie im Außenbereich neue Flächen für die Bebauung ausweisen. Wenn eine Gemeinde nicht ausreichend Zertifikate besitzt, muss sie diese von anderen Kommunen kaufen, die selbst nicht außerhalb ihres Kerns bauen wollen. Um es an einem Beispiel zu illustrieren: Das thüringische Suhl etwa, in dem die Nachfrage bis 2030 wohl um knapp ein Viertel sinken wird, könnte seine Zertifikate teuer an den bayerischen Landkreis Erding verkaufen, wo der Bedarf derzeit um etwa 30 % steigt. Mit diesem Geld könnte Suhl dann etwas für die Innenstadt tun.

Insgesamt zeigt sich, dass Entwicklungen an Standorten mit Nachfrage zwar in einem Flächenhandelssystem nicht verhindert werden, aber die Nachfrage insgesamt deutlich effektiver befriedigt werden kann (ökologisch und ökonomisch). Und eigentlich könnte man noch einen Schritt weitergehen und bei Siedlungsflächen und Gebäuden den Weg in die Kreislaufwirtschaft einschlagen – bis hin zu einer „Rücknahmeverpflichtung“, die Karl Ganser einmal für neue Gebäude schon bei der Baugenehmigung als nachgewiesen und finanziell abgesichert forderte.

Ein regionales Miteinander entwickeln

Suffizienz braucht eine valide regionale Basis. Damit aber ist es bislang nicht weit her; es regieren Kirchturmdenken und lokale Egoismen. Die regionalen Planungs- und

Verwaltungsaufgaben sind zersplittert auf Regional- und Kommunalverbände, Bezirksregierungen, Sonderbehörden, Landkreise sowie informelle Verbünde, Strukturkonferenzen, Entwicklungsagenturen, Initiativen etc. Doch eine Basis für eine starke regionale Politik, die ein Gegengewicht sowohl zu den lokalen Egoismen als auch Partialinteressen einzelner Akteure darstellen könnte, bietet letztlich keine dieser Institutionen. Dass ein regionaler Lasten- und Nutzensausgleich bis heute nicht klappt, kann also kaum verwundern. Ein kleines Beispiel (dessen Zahlen möglicherweise nicht mehr ganz aktuell sind): Frankfurt weist einen Gewerbesteuerhebesatz von stattlichen 490 Prozentpunkten auf; demgegenüber hat die Stadt Eschborn nur 280 Prozentpunkte und ist demzufolge – durch seine Nähe zur Stadt, zum Autobahnkreuz und zum Flughafen – ein gewaltiger Konkurrent für die Neuansiedlung oder bei der Abwerbung von Betrieben. Will man übergeordnete Ziele im Sinne des Gemeinwohls durchsetzen, dann darf man auch nicht die Bedeutung des Steuer- und Finanzausgleichssystems außer Acht lassen; sie bilden vermutlich den eisernen Kern aller raumstrukturellen Probleme.

Förderlogiken anpassen und ganzheitlich ausrichten

Die große Zahl unserer komplexen Fördermechanismen und ordnungsrechtlichen Eingriffe ist weder systematisch am Ziel der Emissionsminderung noch an einer effektiven Innovationspolitik ausgerichtet. Sie ist oft fragmentiert, kurzfristig orientiert und nicht ausreichend miteinander verzahnt. So wäre etwa die Städtebauförderung sinnvoll auszubauen, um zu einer Gesamtbetrachtung zu kommen. Unterstützungsleistungen aus anderen Töpfen müssen integriert (und integrierbar) werden; es dürfen auch nicht – und sei es unbeabsichtigt – gegenläufige Entwicklungen gefördert werden (z. B. ein Effizienzhaus-Plus mit 180 m² Wohnfläche, aber dann zwei Geländewagen vor der Tür). Zuschüsse für Einzelgebäude sollten nur dann genehmigt werden, wenn sie dem Quartierskonzept nicht zuwiderlaufen. Ein zweiter Aspekt: Man ist gut beraten, Ausgleichsfonds einzurichten: Um beispielsweise Umzüge in kleinere Wohnungen zu fördern, braucht es politische Instrumente, die etwa Mietneutralität (je Quadratmeter) für den betroffenen Haushalt sichern. Ein dritter Aspekt: Wir müssen lang tradierte beziehungsweise einstudierte Gesetzmäßigkeiten aufbrechen und verändern. Konsequenzen ziehen aus der Lebenszyklus-Betrachtung hieße etwa aufseiten der öffentlichen Hand, in der Haushaltsplanung nicht vorrangig auf die Investitionskosten zu schauen, sondern stärker auf die Pflege- beziehungsweise Unterhaltungskosten. Und, ein vierter Teilaspekt, es braucht auch neue Formen der Aneignung von gebauter Umwelt: Eine Möglichkeit könnte etwa darin bestehen, städtische Immobilienfonds anzubieten – offen, aber auf die Stadt beschränkt, bei denen jeder Bürger sein Geld anlegen kann, um ein Projekt zu fördern und gleichzeitig eine Rendite zu erhalten. Es ist ja kaum nachvollziehbar, warum hierzulande mit dem Geld kanadischer Feuerwehrfonds oder australischer Rentenfonds gebaut wird, aber die eigene Stadtbevölkerung nicht in Maßnahmen investieren kann, von denen sie dann (gemeinschaftlich) profitiert.

Eine gewisse Kleinteiligkeit gewährleisten

Wenn wir unter Stadt urbane Vielfalt und Lebendigkeit verstehen, dann braucht sie eine gewisse Kleinteiligkeit. Genau die aber spielt in den Strategien der Immobilienwirtschaft keine oder doch nur eine geringe Rolle. Mehr noch: Kleinteiligkeit wird von Investoren zumeist als kontraproduktiv wahrgenommen. Und dieser Trend ist nur schwer zu durchbrechen. Betriebswirtschaftlich handelt es sich um die Nutzung positiver Skaleneffekte, um Strategien der Kostenminderung, die bei der Projektierung größerer Gebäudekomplexe zu erzielen sind. Diese Mechanismen bilden sich in der Struktur und im Bild der Städte ab. Das Problem liegt in der „Anlage“ – jenem baulichen Format, das Gebäude, Freiraum und Erschließung gleichsam zu einer Betriebseinheit zusammenfasst. Hier blühen Monokulturen aller Art, hier wird Homogenität zur Beschränkung. Kleinteilig strukturierte Gebiete hingegen, von öffentlichen Räumen durchzogen, sind im Unterschied dazu entwicklungsfähig. In einer Stadt, die über eine feine Körnung und ein feinmaschiges öffentliches Wegenetz verfügt, ist für ständige Veränderung gesorgt: Es entstehen kulturelle und ökonomische Konzentrationen aller Art; sie wandern, verändern sich und verschwinden, während an einem anderen Ort etwas auftaucht, von dem wir noch gar nicht wissen konnten.

Um aus diesem Problemkreis herauszukommen, bräuchte es vielleicht so etwas wie die Mischkalkulation in vielen Shopping Malls, die einem Blumenladen oder Frisörsalon – zur Arrondierung des Angebots – günstigere Konditionen einräumen. Kann man ein solches Prinzip auch gleichsam ins Öffentliche heben?

Sich nicht in (Über-)Spezialisierung verlieren

In der vorindustriellen Zeit war Bauen zwangsläufig klimagerecht, wie die regional unterschiedlichen Bauweisen zeigen. Ein Gebäude in Griechenland war anders strukturiert als eines in Skandinavien. In den Bergen baut man anders als am Meer. Geometrie, Farbgebung, Fensterflächen, Dachformen, aber auch Grundrissgestaltung waren an die herrschenden Klimabedingungen so weit wie möglich dergestalt angepasst, dass mit möglichst geringem Energieeinsatz ein möglichst hoher Komfort für die Gebäudenutzer erwuchs. Nun will ich hier weder einem romantisierenden Traditionsverständnis das Wort reden noch den Eindruck erwecken, dass dies unmittelbar übertragbar wäre. Was man freilich zur Kenntnis nehmen sollte, ist, dass wir die größeren Zusammenhänge mehr und mehr vernachlässigen, indem wir vor allem einzelne Aspekte optimieren. So haben etwa die Fortschritte in der Klimatechnik dazu geführt, dass Gebäude jedweder Architektur in jeder Region dieser Erde unabhängig vom Außenklima gebaut werden konnten. Der Architekt entwarf, anschließend installierte der Haustechniker so viel Technik, wie benötigt wurde, um ein angeblich angenehmes Klima im Inneren zu schaffen – kostete es, was es wolle. Das aber ist entschieden der falsche Weg. Nachhaltigkeit ist nicht etwas, das man bloß an Spezialisten delegieren oder als Aufgabe von einzelnen Fachingenieuren begreifen darf. Wer den Anspruch erhebt, der Umwelt und ihren Ressourcen angepasst zu bauen, darf eben nicht auf in sich geschlossene,

höchst komplizierte technische Systeme bestehen, zu deren Regulierung es eines ingenieurtechnischen Hochschulabschlusses bedarf. Gewohnheiten und Mentalitäten sind mindestens ebenso wichtig wie technische Lösungen. Schumachers Axiom „Small is beautiful“ bietet eine Art Richtschnur – weniger im ideologischen Sinne als vielmehr in seiner Tendenz, dass nicht Großtechnologien, sondern benutzerorientierte, für den Einzelnen handhabbare Systeme zu kultivieren wären.

Vor jeder Planung die Aufgabenstellung selbst nochmals hinterfragen

Unsere Gesellschaft neigt dazu, Fragen des baulichen Bedarfs auf eine bestimmte architektonische Antwort zu verkürzen. Demgegenüber braucht es heute den – nicht zuletzt intellektuellen – Umstieg auf Systeme, die ganz anders aussehen als bisher, aber die gleiche, womöglich sogar eine bessere Leistung liefern. Um es an einem Beispiel festzumachen: Eine Schule ist bei einer solchen Betrachtung kein Gebäude mehr mit einer definierten Klassenfrequenz oder einer Schülerinnen/Schüler-Lehrerinnen/Lehrer-Relation, sondern eine Dienstleistung für die Bildung junger Menschen. Sie könnte auch ganz anders – möglicherweise als Zwergschule, wohnungsnah und vernetzt – angeboten und betrieben werden. Ein zweites Beispiel: 1996 hatte sich die Stadt Bordeaux die Aufwertung und Neugestaltung einer Reihe von Plätzen vorgenommen. Das war auch das erste Projekt der mittlerweile berühmten Architekten Anne Lacaton und Jean-Philippe Vassal. Sie wurden gefragt nach Ideen zur Verschönerung des Place Léon Aucoc, eines Platzes im Arbeiterbezirk der Stadt. Die Architekten verbrachten zunächst einmal viel Zeit dort. Und während sie sich in die Situation selbst hineinbegaben, merkten sie, dass der Platz baulich bereits alles hatte, was man brauchte. Physische Veränderungen erschienen ihnen deshalb nicht angebracht. Stattdessen veranlassten sie ein Regelwerk simpler Instandhaltungsarbeiten, die vernachlässigt worden waren, gerade weil der Platz vorher baulich nicht als „schön“ interpretiert wurde. So drehten sie die Situation um: In ihrem Verweis auf die performative Umgangsweise mit dem Platz verbesserten sie dessen Nutzbarkeit, dasjenige, was mit dem Platz gemacht wird, wie er gebraucht wird. Der Mehrwert bemisst sich nicht in Quadratmetern, sondern im hinzugefügten Potenzial an Lebensbewegung, -erfahrung und -qualität.

Nicht neu bauen, sondern das Bestehende instandsetzen

Die Haltung gegenüber dem Vorhandenen, der Umgang mit dem Bestand ist längst so etwas wie die Gretchenfrage der Architektur geworden. Doch unstillbar scheint die Neigung, immer wieder von vorn anzufangen. Der architektonische Idealzustand ist stets eine Tabula rasa: ein Neuanfang gleichsam im freien Feld, bei dem alles – baulich, technisch und gesellschaftlich – „besser“ gemacht werden kann. Der Bestand, das heißt die vorhandene, zumeist wenig spektakuläre Stadt-, Siedlungs- und Baustruktur, hingegen gilt und galt immer als Stiefkind. Natürlich ist das Bauen auf der „grünen Wiese“ einfacher. Aber es geht am Problem vorbei. Gefragt ist weniger „Renovierung“ als

vielmehr „Recycling“ von Bestandsgebäuden mit neuer Nutzung. Die entscheidende Frage ist: Was lässt sich daraus machen? „Lieber gar nicht bauen, als zu viel bauen!“, postulierte Frei Otto einmal. Die Fähigkeit, sich in den Bestand hineinzusetzen, zählt auf Dauer mehr, als ihm Neues entgegenzusetzen. Es geht nicht darum, ohne Bedacht auf die Mittel größer, besser und schneller zu gestalten, sondern darum, nach anderen Bedeutungen zu suchen. Wenn man es abstrahiert, so heißt das: Aus der Warte fortlaufender technologischer Innovation heraus werden Chancen eines prognostizierten Systemwechsels im Bauwesen überschätzt. Und zugleich werden Qualitäten und Anpassungsmöglichkeiten des Bestandes unterbewertet.

Um das an einem kleinen Beispiel zu illustrieren: Wir müssen mit weniger Fläche auskommen. Das bedeutet auch, dass diese Flächen mehr leisten müssen, damit sie unserer Lebensvorstellung weiterhin entsprechen. Für den Wohnungsbau etwa heißt das: Das kleine Apartment muss dermaßen gut sein, dass sich kein Gefühl des Verzichtens-Müssens einstellt. Sonst wird es mit der Akzeptanz schwierig. Und auf der grundsätzlichen Ebene: Eine ressourcenschonende Verhaltensweise beim Planen und Bauen ist unbedingt geboten. Strittig ist freilich die Frage, ob es sich um eine selbst verantwortete Maxime handelt oder um eine von oben verordnete. Aber wenn es stimmt, dass Kultur aus der Reibung unterschiedlicher Interessen, Traditionen und Ideen entsteht, dann sollten an dieser Stelle ruhig weiter die Funken fliegen.

Dr. Robert Kaltenbrunner
Bundesinstitut für Bau-, Stadt- und Raumforschung (Bonn/Berlin)

1 Vom Wachstumsdogma zur urbanen Subsistenz

Niko Paech

Wachstumsdämmerung: vom hoffnungslosen Scheitern aller Entkopplungsversuche

Ehrgeizige Versuche, das moderne Konsum- und Mobilitätssystem mittels technischer Innovationen von ökologischen Schäden zu entkoppeln, schlugen nicht nur fehl, sondern führten punktuell sogar zu einer Verschlimmbesserung (vgl. Kümmel/Lindenberger/Paech 2018). Während die Nebenwirkungen grüner Innovationen – allem voran die sogenannte Energiewende – in der wissenschaftlichen und politischen Debatte bagatellisiert werden, wird deren Effektivität hymnisch überbewertet. Ein nicht minder prägnantes Beispiel bietet der Wohnkomplex. Die energetische Sanierung des Gebäudebestandes zählt zu den Königsdisziplinen des Klimaschutzes. Die hier vermuteten Energieeinsparpotenziale haben während der vergangenen Jahrzehnte bemerkenswerte Technologieentwicklungen und rege Investitionsaktivitäten entfacht. Laut Antwort der Bundesregierung auf eine „Kleine Anfrage“ im Jahr 2020 belief sich das Investitionsvolumen für die energetische Gebäudesanierung von 2010 bis 2018 auf 497 Milliarden Euro, also etwa eine halbe Billion Euro.¹ Die Treibhausgasemissionen des Gebäudebereichs seien in diesem Zeitraum, so ist im selben Dokument nachzulesen, um 21 % gesunken, was sich angesichts einer derart monströsen Investitionssumme ohnehin eher bescheiden ausnimmt. Überdies hat eine Untersuchung des DIW ergeben, dass sich selbst diese Reduktion, wenn die Daten temperaturbereinigt werden, tatsächlich nur auf 2,6 % beläuft.² Mit anderen Worten: Nicht technologischer Fortschritt, sondern warme Winter haben die Emissionen gesenkt.

Würden außerdem alle relevanten Rebound-Effekte berücksichtigt, insbesondere untersucht, wie viel zusätzliche Ausgaben für Konsum, Mobilität und die Schaffung neuen Wohnraums über den Einkommensmultiplikator dieser gigantischen Investition induziert wurden, und die damit einhergehenden zusätzlichen Emissionen der 2,6%-Reduktion gegenübergestellt, dürfte sich ein grünes Wachstumsdesaster offenbaren. Wäre in der gleichen Zeit erstens kein zusätzlicher Wohnraum entstanden und zweitens in anderen Sektoren im selben Umfang weniger investiert worden, um einen wachstumsneutralen Strukturwandel anstatt eine Strukturaufblähung auszulösen, hätte die Sanierung erfolgreich verlaufen können. Aber solange jede Nachhaltigkeitsstrategie unter einem Wachstumsvorbehalt steht, ist eine ökologische Entlastung nicht nur utopisch, sondern eher das Gegenteil realistisch.

1 Bundesregierung 2020: Anfrage 21967 (https://www.bmwi.de/Redaktion/DE/Parlamentarische-Anfragen/2020/09/19-21967.pdf?__blob=publicationFile&v=6)

2 DIW (2020): Wärmemonitor 2019: Klimaziele bei Wohngebäuden trotz sinkender CO₂-Emissionen derzeit außer Reichweite. DIW-Wochenbericht 20 (https://www.diw.de/documents/publikationen/73/diw_01.c.799881).

Postwachstumsstrategien

Der Abschied vom Wachstumsdogma würde bedeuten, das globalisierte Industriemodell so weit zurückzubauen, dass die irdische Tragekapazität erhalten bleibt und die damit zu vereinbarende Umweltbeanspruchung auf circa 7,8 Milliarden Menschen, die versorgt werden müssen, gleich verteilt wird. Bezogen auf den Klimawandel hieße dies laut Umweltbundesamt, dass jedes Individuum pro Jahr durchschnittlich mit etwa einer Tonne an CO₂-Äquivalenten auszukommen hätte. Der mitteleuropäische Durchschnitt liegt bei knapp zwölf Tonnen. Dieses zivilisatorische Großvorhaben, für das keine historische Parallele existiert, wird entlang dreier Umsetzungsszenarien diskutiert: erstens als geplante, makroökonomisch zu steuernde Postwachstumsstrategie, die durch Anreizsysteme und politische Rahmensetzungen zu etablieren wäre; zweitens als unvermeidliches Reaktionsmuster auf schicksalhaft hereinbrechende Krisen; drittens als Dynamik autonomer Aufbrüche, die sich zunächst in Nischen und Reallaboren bewähren, um darauffolgend von weiteren Teilen der Gesellschaft übernommen zu werden.

Die erste Variante erscheint insofern naheliegend, als sie kompatibel mit althergebrachten liberalen, grünen und links-intellektuellen Politikvorstellungen ist. Allerdings verinnerlicht sie einen naiven Steuerungsoptimismus, der spätestens dann zerbröseln wird, wenn er mit der inzwischen erreichten Komplexität globalisierter und digitalisierter Volkswirtschaften konfrontiert wird: Wer steuert hier wen? Außerdem ignoriert die Hoffnung auf eine zentral zu implementierende Strategie Folgendes: Insoweit eine ökologische Entkopplung des lieb gewonnenen Mobilitäts- und Konsumparadieses unmöglich ist, müsste eine wirksame Postwachstumspolitik der Wählermehrheit prägnante Reduktionsleistungen abverlangen. Aber genügsame Lebensführungen, erst recht die damit korrespondierenden Versorgungsumstellungen zu praktizieren ist keine Frage der Einsicht oder des bekundeten Wollens, sondern des eingeübten Könnens und der Belastbarkeit: keine Flugreisen, kein (eigenes) Auto, nicht überall Internet, maßvoller Wohnraum anstelle neuer Häuser, weniger (oder kein) Fleisch, keine Kunststoffverpackungen, reparierte Textilien und Möbel, keine eigene Waschmaschine und Bohrmaschine, kein Coffee to go, zehn Jahre alte Computer, nicht jeden Tag ins Restaurant gehen können etc. – wer wählt eine Politik, die einem dies zumutet? Sicher nur jene, die bereits so leben.

Je tiefgreifender ein individuell zu meisternder Wandel ist, umso offenkundiger wird, dass der Mensch als „Träger von Übungsprogrammen“ (Sloterdijk 2009) nur zu leisten imstande ist, was er trainiert und durch disziplinierte Wiederholung zur Routine hat werden lassen. Diese notwendige Praxisdimension lässt sich nicht vom eigenen Leben fernhalten, kann nicht automatisiert oder an einen „grünen“ Technologie-Park abgeführt, geschweige denn an eine damit restlos überforderte Politik delegiert werden. Getragen von einer satten Mehrheit, die sich zunehmend aus kosmopolitisch und konsumorientierten Mittelschichten rekrutiert, sind demokratische Regulative, ganz gleich ob Politik, Bildung, Erziehung oder Medien, längst zu willfährigen Erfüllungshelfern einer öko-suizidalen Daseinsform geworden: Nur keine Konflikte oder unbequemen Zugeständnisse an eine längst notwendige Selbstbegrenzung riskieren.

Krisen als Lehrmeister des Wandels?

Nun hat sich das zweite Szenario auf die Agenda gehievt und treibt die Politik vor sich her. Dabei markiert der Corona-Schock nur eine von vielen Wachstumskrisen, die auf ähnlichen Ursachen gründen und deren Eintreten nur eine Frage der Zeit war. Damit aus einer Epidemie mit solcher Wucht und Geschwindigkeit eine Pandemie werden konnte, bedurfte es eines Netzes globalisierter und hochfrequenter Austauschbeziehungen, sowohl den Güter- als auch Personenverkehr betreffend. Genau hierin besteht eine zwingende Voraussetzung für fortwährendes Wirtschaftswachstum, das im Falle kürzerer Reichweiten von Produktionsketten längst an seine Grenzen gelangt wäre. Nur durch eine fluide, hypermobile Entgrenzung spezialisierter Produktions- und Leistungsprozesse lassen sich beständig neue Verwertungs- und Effizienzpotenziale erschließen.

Aber wenn alles mit allem verbunden ist, lassen sich auch noch so weit entfernte Störungen nicht mehr einhegen; sie breiten sich rapide aus und durchdringen den globalen Raum. Diese Verletzlichkeit ist der Preis für die Wohlstandsexpansion. Deshalb deckt die Corona-Krise einen lange vernachlässigten Zielkonflikt auf, nämlich zwischen betriebswirtschaftlicher Effizienz, einmündend in volkswirtschaftliches Wachstum, auf der einen, und Resilienz auf der anderen Seite. Resilienz gilt als Fähigkeit der Gesellschaft, der Ökonomie, eines technischen oder sozialen Systems oder auch eines Individuums, (externe) Störungen zu verarbeiten, ohne die Überlebens- und originäre Funktionsfähigkeit zu verlieren.

Gefragt ist deshalb ein Lebens- und Wirtschaftsstil, der nicht nur die ökologische, sondern auch ökonomische und soziale Überlebensfähigkeit – Letzteres verstanden als krisenrobuste Güterversorgung – wiederherstellt. Dieser umfasst eine zumindest graduelle De-Globalisierung, den Rückbau überkomplexer (technologischer) Strukturen, eine Kultur der Suffizienz und autonome Versorgungspraktiken. Also all das, was seit Jahrzehnten als rückständig bekämpft und ausgemerzt wurde. Mehr noch: Jegliche Erziehung und Bildung basiert(e) darauf, Kompetenzen, die für ein resilientes und ökologisch verantwortbares Leben nötig wären, durch eine blindwütige Akademisierung und Konsumorientierung zu verdrängen. Das Resultat sind Heerscharen digital-dementer und zu jeder manuellen Versorgungsleistung unfähiger Komfort-hypochonder.

Gegen die nachhaltigkeitsdefizitäre Lebensrealität einer überwältigenden Wählermehrheit ist zumindest in einer Demokratie kein politisches Kraut gewachsen. Deshalb muss an eben dieser Lebensrealität angesetzt werden. Hierzu bedarf es avantgardistischer Gegenentwürfe, die sich dezentral und auf lokaler Ebene dem prozyklischen Steigerungswahn nicht nur widersetzen, sondern ihn mit gelebten – also empirisch relevanten und nicht nur herbeifantasierten – Alternativen konfrontieren. Vonnöten sind Handlungsräume, in denen basale Praktiken einer verlorenen Zukunftsfähigkeit wieder erlernt, eingeübt und verbreitet werden können, und zwar nicht nur unabhängig von, sondern nötigenfalls auch diametral gegen vorherrschende ökonomische

Systemlogiken. Die gute Nachricht: Bereits jetzt lassen sich Experimentierfelder finden, in denen erprobt wird, wie es gelingt, sich bei deutlich verringerter Industrieproduktion und ohne unnötige fossile Mobilität würdig zu versorgen.

Urbane Subsistenz

Soziale Stabilität in einer Postwachstumsökonomie bedeutet zuvorderst, die nach einer schrittweisen Reduktion des Verkehrs- und Produktionsvolumens verbliebene Erwerbsarbeit so zu verteilen, dass weiterhin Vollbeschäftigung herrscht, wenngleich auf Halbtagsbasis. Die damit einhergehende Einkommensverringerung wäre durch ergänzende Subsistenzleistungen auszugleichen; erstens durch Nutzungsdauerverlängerung, zweitens eigene Produktion und drittens Gemeinschaftsnutzung. Neben kooperativen Nachbarschaften und lokalen Netzwerken erweisen sich verdichtete Formen des gemeinschaftlichen Wohnens als geeignete Ansatzpunkte. Letztere können den oft hohen Einkommensanteil für Mieten mildern, weil sie den Bedarf an eigener Wohnfläche reduzieren. Dazu tragen auch Maßnahmen zur optimierten Wohnraumausnutzung bei (vgl. Fuhrhop 2019). Außerdem lassen sie sich genossenschaftlich organisieren, was abermals Kosteneinsparungen bedeuten kann. Die Züricher Genossenschaft „Kalkbreite“, das „Mietshäuser-Syndikat“, Ökodörfer wie etwa „Schloss Tempelhof“, das Oldenburger Projekt „Wohnmix“ etc. sind instruktive Beispiele.

Derartige Nachbarschaften ermöglichen weitere finanzielle Einsparungen durch die Gemeinschaftsnutzung von Gärten, Hausgeräten, Konsumgegenständen, Werkzeugen, Obstpressen, Fahrzeugen (nicht nur Autos, sondern vor allem Lastenfahrräder) sowie durch den Austausch von Betreuungs-, Pflege- und Sorgearbeit. Wenn kostspielige Gebrauchsgegenstände von durchschnittlich fünf Menschen genutzt werden, sinkt das notwendige Einkommen, um sie zu finanzieren. Dasselbe gilt für Praktiken der Nutzungsdauerverlängerung, etwa durch achtsame Verwendung, Instandhaltung und Reparatur von Gütern oder die Weitergabe nicht mehr benötigter Objekte und Ersatzteile (Verschenkmärkte). Nicht minder relevant ist der eigenständige Nahrungsmittelanbau in Gemeinschafts-, Haus-, Schreber-, Dach- oder Mietgärten. Auch das sogenannte „Foodsharing“ ist eine prädestinierte Subsistenzleistung.

Der nicht kommerzielle Austausch ergänzender Fertigkeiten für Reparatur, Wartung und Aufarbeitung von Gebrauchsgegenständen sowie das Upcycling kann auf Quartiere, Stadtteile und Regionen ausgeweitet werden. Als Ressourcenbasis für derartige Subsistenzaktivitäten, durch die moderne Konsumfunktionen unentgeltlich verfügbar werden, können die infolge der Arbeitszeitverkürzung freigestellten Stunden dienen. Die resultierende duale Versorgungsform – weniger Einkommen, mehr produktive Zeitressourcen – wird oft mit dem Begriff des „Prosumenten“ (Toffler 1980) assoziiert. Natürlich lassen sich die Einkommensreduktionen infolge eines Industrierückbaus nicht vollständig durch Subsistenz auffangen, denn für viele besonders ruinöse Mobilitäts- und Konsumpraktiken existieren keine ökologischen Alternativen, so dass sie ersatzlos zu reduzieren wären. Hier setzt die Logik der „Suffizienz“ (Folkers/Paech 2020) an.

Kommunale Ressourcenzentren

Der Industrieoutput einer Postwachstumsökonomie entspräche jener Restgröße, die sich daraus ergäbe, einen deutlich verringerten Bestand an notwendigen Objekten zu erhalten. Es würde durchschnittlich nur nachproduziert, was nach Ausschöpfung aller nutzungsdauerverlängernden Maßnahmen zu ersetzen wäre. Dies entspräche keinem Entwicklungs- oder Innovationsstopp, denn der Ersatz von Produkten kann stets auf Basis eines zwischenzeitlich verbesserten Designs erfolgen, sodass der Gütervorrat einer Gesellschaft behutsam optimiert oder „veredelt“, aber eben nicht ausgedehnt wird. Ein solches Programm der Wachstumsvermeidung umfasst diverse sich ergänzende Maßnahmen (vgl. Paech 2017), von denen eine beispielhaft skizziert werden soll.

Kommunale Ressourcenzentren könnten eine breite Palette an Selbstversorgungspraktiken, ein postwachstumstaugliches Unternehmertum und offene Lernorte für zukunftsfähige Lebensführungen verbinden. Dazu ließe sich eine brachgefallene Immobilie umfunktionieren, um verschiedene Aktivitäten zu bündeln. Hier könnten Arbeitsstationen für Handwerker untergebracht sein, deren professionelle Reparaturdienste dort anknüpfen, wo selbsttätige oder in Repair Cafés organisierte Instandhaltungsmöglichkeiten enden. Zudem könnte der Abfallwirtschaftsbetrieb defekte, aber noch reparatur- oder aufarbeitungsfähige Güter aus dem Sperrmüll aussondern oder an speziellen Abgabestellen sammeln, um sie im Zentrum aufarbeiten zu lassen. Sie lassen sich vermarkten oder auf einem integrierten Verschenkenmarkt weitergeben.

Das Ressourcenzentrum könnte außerdem ein zentrales Ersatzteildepot beherbergen, um alle noch funktionsfähigen Teile einzulagern, die demontierten Objekten entstammen. Mittels einer solchen „Bibliothek der Dinge“ gelingt es, auch ältere und komplexere Gegenstände zu erhalten. In einem Produktionslabor mit 3-D-Fräsen, 3-D-Druckern und anderem Equipment könnten selbst designte, langlebige und reparable Produkte in Einzelfertigung („Losgröße 1“) hergestellt werden. Die späteren Nutzer ließen sich in den Entstehungsprozess einbinden, sodass sie eine Beziehung zu den individualisierten Objekten aufbauen, was sie zu deren Erhalt motiviert.

Zudem böte sich das Zentrum als Verleihstation für Werkzeuge, Lastenfahrräder, Gartengeräte und andere Gebrauchsgegenstände an. Es könnte als Verteilstelle für Food-sharing-Initiativen und die solidarische Landwirtschaft fungieren. Vor allem müsste ein Ressourcenzentrum als Lernort fungieren. Schulklassen, aber auch Erwachsene könnten hier in Kursen, Reparatur-Workshops und Weiterbildungsmodulen mit Selbstversorgungskompetenzen ausgestattet werden.

Die Reparaturdienstleistungen könnten nicht nur handelsüblich angeboten, sondern auch im Auftrag lokaler Einzelhändler ausgeführt werden, die sich über eine jährliche Umlagefinanzierung – analog zum Prinzip der solidarischen Landwirtschaft – beteiligen. So würden lokale Geschäfte eine höhere Kundenbindung erzielen, indem sie einen Service offerieren, den Kunden mangels entsprechender Kompetenzen und Ressourcen eigenständig nicht erbringen können. Daran anknüpfend ließen sich weitere Kooperationen und nähräumliche Wertschöpfungssysteme aufbauen.

Die Verbraucher wiederum können Reparaturgutscheine oder -coupons erwerben oder abonnieren, die für jegliche Reparaturleistungen und für die Teilnahme an Weiterbildungs- oder Reparaturkursen verwendet, aber auch verschenkt und übertragen werden können. Einzurichten wäre auch ein gastronomischer Bereich. Die Arbeitsstationen und Werkstätten könnten so angeordnet sein, dass die beanspruchte Fläche ebenfalls für Konzerte, Theateraufführungen, Vorträge, Informationsveranstaltungen, Schulunterricht, Partys und andere Events nutzbar ist. Anzustreben wäre eine offene Atmosphäre, die auch Personen ohne konkreten Reparaturbedarf oder sonstigen Nachhaltigkeitsbezug zum Verweilen, Lernen oder Besuch von Veranstaltungen veranlasst. Das Ressourcenzentrum sollte durch eine ungezwungene Zugänglichkeit und Multifunktionalität zu einem Reallabor für die resiliente Versorgung werden, insbesondere zu einem Lernort, an dem sich Praktiken der eigenen Produktion, Nutzungsdauerverlängerung und Gemeinschaftsnutzung kollaborativ mit anderen oder unter Anleitung von Experten einüben lassen.

Ausblick

Ökonomische Autonomie, verbunden mit genügsamen Konsumansprüchen und einem sesshaften Leben, markiert die Basis einer Überlebensstrategie für das 21. Jahrhundert, mit der überall sofort begonnen werden kann, statt auf ein politisches Wunder zu warten. Einen Baustein bilden kommunale Ressourcenzentren. Insbesondere die Reaktivierung von Reparaturpotenzialen könnte einen neuen Akzent der wirtschaftlichen Entwicklung auf kommunaler Ebene bilden. Eine Kultur des Erhalts ist mehr als Ressourcenschutz oder kostengünstiger Erhalt von Konsumfunktionen. Sie kann (graduell) die handwerkliche Produktion und den Einzelhandel stärken und lässt die Verbraucherseite unabhängiger von globalen Versorgungsketten werden, erhöht somit die Krisenstabilität.

Kommunale Wirtschaftsstandorte erodieren gegenwärtig, insoweit Wertschöpfungsprozesse zunehmend digitalisiert werden („Industrie 4.0“) und damit jede geographische Bindung verlieren. Lokale Produktion kann nicht konkurrenzfähig gegenüber globalisierter und standardisierter Fertigung sein. Damit reduziert sich die städtische Ökonomie zusehends auf Gastronomie und Einzelhandel, was zum Einfallstor für Filialisten wird und inzwischen auch den Dienstleistungsbereich betrifft. Und selbst diese schon prekäre Konstellation erweist sich bestenfalls als Zwischenstadium einer weiteren kommunalökonomischen Verödung, weil der innerstädtische Einzelhandel – zumal wenn er zusehends von Filialisten durchsetzt ist, die keine kulturelle oder persönliche Bindungskraft entfalten – dann erst recht einer übermächtigen Preiskonkurrenz durch den Internet-Handel ausgesetzt ist. Gegen diesen Trend durch immer neue voluminöse Großprojekte (z. B. Einkaufszentren) oder Investitionen in zusätzliche Infrastrukturen ankämpfen zu wollen, wie in jüngerer Vergangenheit zumeist geschehen, dient bestenfalls noch dazu, Handlungsfähigkeit zu simulieren, läuft ansonsten nicht nur ins Leere, sondern erweist sich als nachhaltigkeitsdefizitär.

Abhilfe schafft nur die Reaktivierung und innovative Anpassung von Versorgungskonzepten, die so strukturiert sind, dass sie einer lokalen Wirtschaft zur Überlegenheit gegenüber der Internetkonkurrenz verhelfen. Dies sind Wertschöpfungsprozesse, die – zumindest tendenziell – erstens arbeitsintensiv sind, zweitens auf Erhalt statt Neuproduktion basieren, drittens die Logik der standardisierten Massenfertigung überwinden und viertens Konsumenten über Lernprozesse zur Mitwirkung an Versorgungsleistungen befähigen. Damit wird nicht nur die industrielle Logik des 20. Jahrhunderts herausgefordert, sondern eine Basis für veränderte Lebensstile und eine neue unternehmerische Kreativität geschaffen: Die Trennung zwischen der Angebots- und Nachfrageseite würde graduell aufgehoben.

Literatur

Folkers, M.; Paech, N., 2020: All you need is less. München.

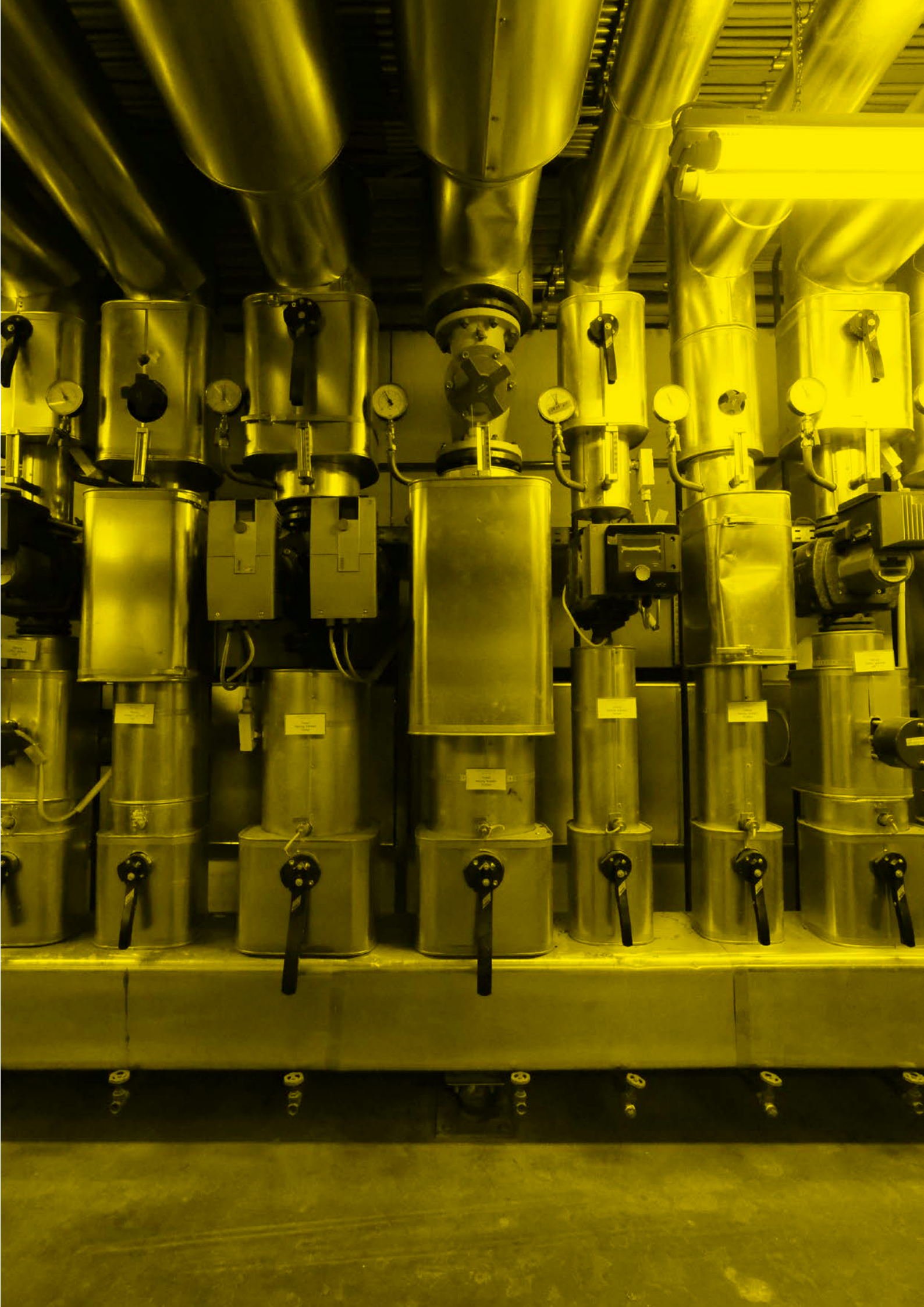
Fuhrhop, D., 2019: Einfach anders wohnen. München.

Kümmel, R.; Lindenberger, D.; Paech, N., 2018: Energie, Entropie, Kreativität: Was das Wachstum treibt und bremst. Berlin.

Paech, N., 2017: Wachstumskritik und unternehmerische Nachhaltigkeit, in Keck, W. Herausgeber: CSR und Kleinstunternehmen; Springer/Gabler, Berlin, S. 287-302.

Sloterdijk, P., 2009: Du musst Dein Leben ändern. Frankfurt a. M.

Toffler, A., 1980: The Third Wave. New York.



2 Konviviale Technik – eine Bauanleitung in acht Schritten

Andrea Vetter

Der Text wurde bereits in Heft 3.2022 der „springerin“, „De-Growth“, veröffentlicht
<https://www.springerin.at/2022/3/>

Was ist konviviale Technik? Die Beurteilung und Gestaltung von Technik aus Degrowth-Perspektive.³ Das bedeutet, einen radikal anderen Blickwinkel auf menschengemachte Dinge einzunehmen. Um Ihnen diesen anderen Winkel begreiflich zu machen, möchte ich Sie, liebe Lesende, zu einem Spiel einladen; zu einem Wechsel Ihrer Perspektive auf die gebaute Welt, die Sie – hier und jetzt gerade – umgibt. Setzen Sie sich in einer angenehmen Position hin, holen Sie sich vorher noch ein Getränk, wenn Sie mögen, und machen Sie es sich bequem. Sind Sie bereit?

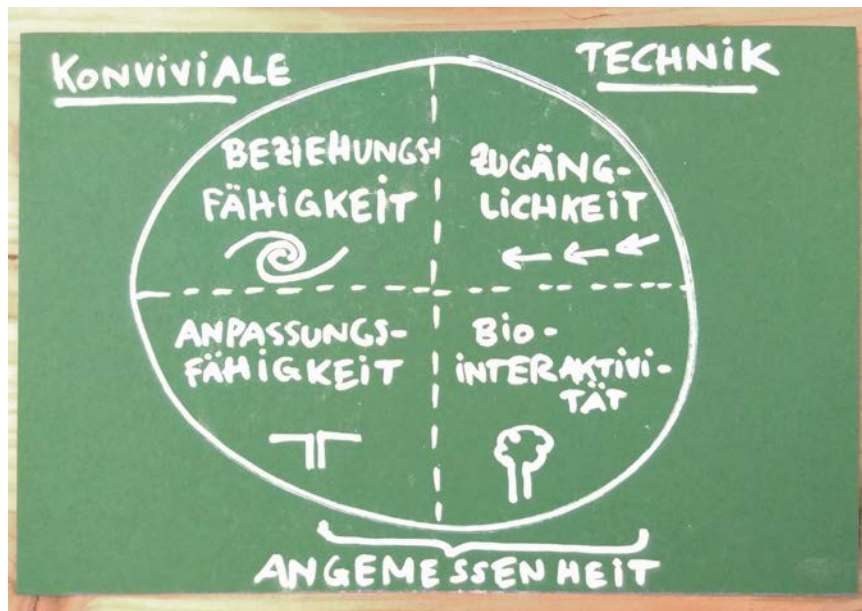


Abbildung 1: Die fünf Prinzipien einer konvivialen Technik [Quelle: Andrea Vetter]

Umschauen

Schauen Sie sich gründlich um. Sitzen Sie in einem geschlossenen Raum? Sind die Wände tapeziert? Woraus bestehen die Tapeten? Woraus der Kleister und die Farbe, mit denen sie bestrichen wurden? Ist der Fußboden aus Holz, Kunstfaser oder Vinyl? Was ist Vinyl genau? Woher kam das Erdöl dafür, wo steht die Chemiefabrik, die es prozessiert hat? Lassen Sie den Blick schweifen. Was ist mit den Möbeln? Sind sie Erbstücke? Wurden sie aus einem anderen Land hierhertransportiert? Wie fühlt sich ihre Oberfläche an? Wie sind die Teile miteinander verbunden – verklebt, verzapft, ver-

³ Vetter, A., 2023: Konviviale Technik: Eine empirische Technikethik für eine Postwachstumsgesellschaft. Im Erscheinen. Bielefeld.

schraubt? Woraus bestehen die Schrauben? Wer hat sie gefertigt, wer ins Möbel gedreht? Und dann das Smartphone auf dem Tisch oder in Ihrer Tasche: Woraus besteht dieses? Welche seltenen Erden wurden darin verbaut? Was sind überhaupt seltene Erden? Wer hat die im Inneren des Telefons arbeitenden Chips entworfen und gebaut? Holen Sie tief Luft und schließen Sie die Augen. Spüren Sie der Präsenz all der Dinge nach. Nehmen Sie sich Zeit, wirklich den Raum mit ihnen zu teilen. Öffnen Sie die Augen wieder. Sehen Sie? – Sie sind nicht allein, sondern Teil eines eng gewirkten Geflechts. Alles vibriert geradezu vor Verbindungen und Beziehungen zu fernen Orten, zu fernen Zeiten, zu anderen Wesen – seien es Menschen oder Nicht-Menschen.

Nach den Händen suchen

Jetzt möchte ich Sie bitten, sich ein Lieblingsding im Raum auszusuchen, einen Tisch oder die Deckenlampe, Ihr Smartphone oder Ihren geliebten Computer. Falls Sie gerade draußen sitzen, gibt es vielleicht einen Gartentisch oder eine Gießkanne; falls Sie am Strand sitzen, vielleicht einen Strandkorb oder ein Handtuch. Und sollte es dort, wo Sie gerade diesen Artikel lesen, wirklich nichts Menschengemachtes außer dieser Zeitschrift geben – nun, dann nehmen Sie doch die! Immerhin steckt sie voller Bäume, voller meist erdölbasierter Druckfarbe und Unmengen an unsichtbarem Wasser – und nur dank des Werks vieler Hände konnte sie zu Ihnen gelangen. Nehmen Sie das Ding in die Hand oder stehen Sie auf, gehen Sie dorthin und legen Ihre Hände darauf. Betrachten Sie Ihre Handrücken. Betrachten Sie das Artefakt und versuchen Sie sich vorzustellen, durch wessen Hände es bereits gegangen ist. Die Philosophin Eva von Redecker beschreibt in ihrem Buch „Revolution für das Leben“, wie sie sich diese Hände anhand einer Gehwegplatte vergegenwärtigt: „Sicher, da waren Kalkmühlen, Kräne und Computer beteiligt. Aber auch da immer wieder: Hände. Menschliche Hände. Manche waren hier, haben mit Gummihämmern das Pflaster gelegt, andere waren am Lkw-Steuer, in den Fabriken, in der Buchführungsabteilung. Hände mit Tattoos, Hände mit Nagellack, Hände mit Goldringen. Hände am Mainhafen, die mit dem Gabelstapler Paletten von Containern fahren, Hände in den Zulieferbetrieben. Hände in der Phosphatmine. Hände, die Overalls waschen und Teller hinstellen, und Hände, die Hände halten. Es ärgert mich, dass sie nicht etwas bauen konnten, was schöner, recyclebarer, teilbarer wäre, dass sie auf die Firmenschilder die Namen von Marken statt ihre eigenen drucken mussten und dass so viele Hände von Chlorreiniger oder Kalkstaub oder Karpaltunnelsyndrom zerfressen sind. Aber jedes rostige Garagentor und jede abweisende Straßenecke erfüllt mich mit Andacht. Produkte menschlicher Arbeit“.⁴ Vergegenwärtigen Sie sich die Hände, die Ihr Ding gemacht, gebracht, gehalten haben. Spüren Sie auch Andacht?

⁴ Von Redecker, E., 2020: Revolution für das Leben: Philosophie der neuen Protestformen. Frankfurt am Main: 67.

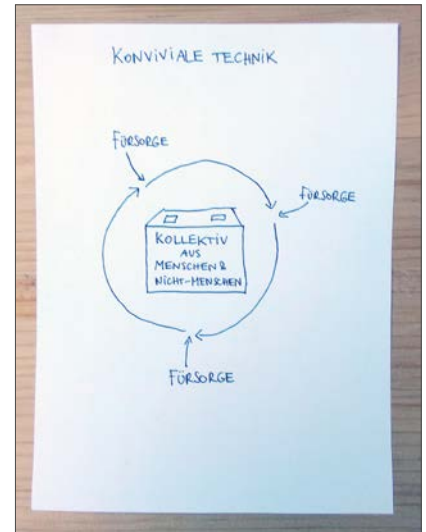


Abbildung 2: Soziotechnische Konstellationen benötigen Fürsorge [Quelle: Andrea Vetter]

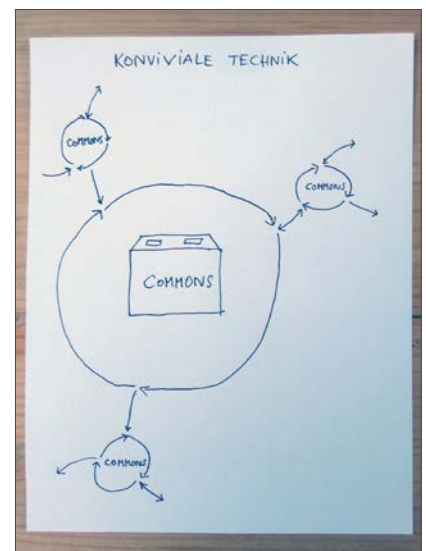


Abbildung 3: Aufbau von Gemeingütern beziehungsweise commons [Quelle: Andrea Vetter]

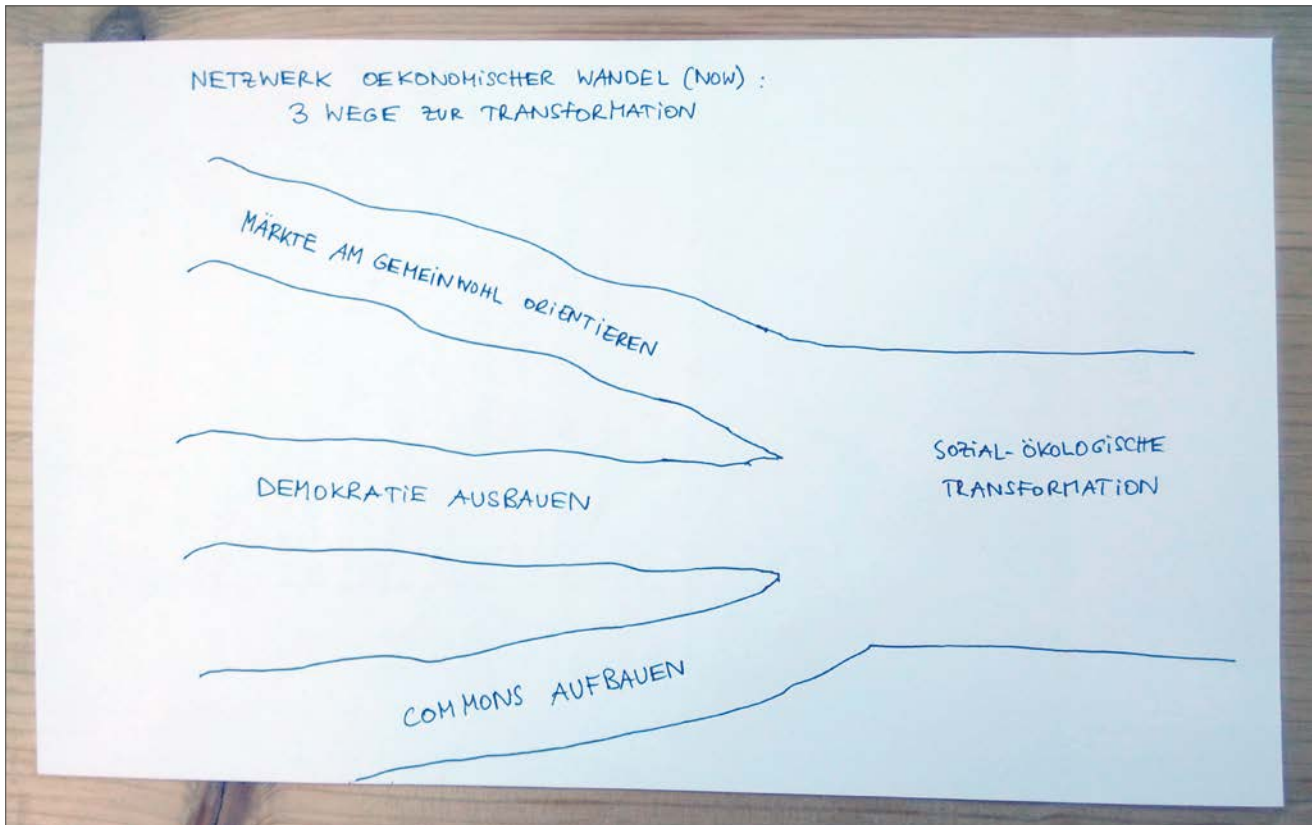


Abbildung 4: Drei Wege für eine sozial-ökologische Transformation [Quelle: Andrea Vetter]

Nach dem Lebendigen suchen

Und jetzt betrachten Sie Ihren ausgewählten Gegenstand noch einmal: Woraus besteht er ganz genau? Welches Leben wurde dafür gegeben? Ein Baum? Eine Kiefer oder eine Douglasie? Stand sie im märkischen Sand, auf einem Waldviertler Hügel oder im karelischen Nadelwald? Falls Ihr Gegenstand Kunststoff enthält, dann verfolgen Sie doch einmal diesen in Gedanken zu seinem Ausgangsmaterial zurück. Erdöl. Gefördert mit einer riesigen Apparatur, vielleicht unter dem Meer, vielleicht in der Wüste. Viele Millionen Jahre unter der Erde aus gestorbenen Pflanzen und Tieren gereift. Können Sie die Vorfahren Ihres Smartphone-Gehäuses sehen? Der Ginkgo, der sich im Erdzeitalter des Jura im Wind wiegt, bevor ein Barosaurus den Hals nach seinen Blättern reckt. Sie, heute im Anthropozän – oder besser im „Kapitalozän“, dem Erdzeitalter der kapitalistisch wirtschaftenden Menschen –, sind über dieses kleine Plastikgerät in Ihrer Hand mit diesem Baum und diesem Dinosaurier verbunden! Spüren Sie neben der Andacht über die Hände auch Ehrfurcht vor den beteiligten Materialien? Gut. Dann sind Sie bereit für Schritt vier.

Dankbarkeit üben

Die Botanikprofessorin Robin Wall Kimmerer erzählt in „Geflochtenes Süßgras“, wie sie bei John Pigeon – wie sie ein Angehöriger der Potawatomi-Nation in Nordamerika – das Körbeflechten gelernt – gelehrt – hat. John hat ihr gezeigt, dass ein wichtiger Teil dabei die Dankbarkeit gegenüber den Bäumen, von denen die Flechtruten kommen, ist. Anschließend überlegt sie: „Wie wäre es, frage ich mich, wenn man immer so achtsam mit dem Leben umgeht, das für unser Leben gegeben wurde? Wenn man den Baum

im Taschentuch sieht, die Algen in der Zahnpasta, die Eichen im Parkett, die Trauben im Wein; wenn man in allem den Lebensfaden zurückverfolgt und ihm Respekt zollt⁵. Schließen Sie noch einmal die Augen und denken Sie an Ihren Gegenstand – und an das, was darin steckt und damit zu tun hatte: vielleicht ein Baum, ein Dinosaurier, Menschen in der Mine, Menschen im Lkw, vielleicht ein Igel, der vom Lkw überfahren wurde. Versuchen Sie, in Gedanken die ganze Beziehungskette nur eines Materials, das in Ihrem Lieblingsding steckt, zurückzuverfolgen. Und versuchen Sie, allen, denen Sie dabei begegnen – jedem beteiligten menschlichen und nicht menschlichen Wesen –, zu danken. Es wird vermutlich eine Weile dauern. Spüren Sie eine Welle der Dankbarkeit in sich fließen? Wenn nicht, dann haben Sie vielleicht noch nicht genug geübt. Das macht nichts. Unsere Gesellschaft, unser Schulsystem, unsere Arbeitsplätze sind nicht gerade auf das Einüben von Dankbarkeit spezialisiert. Aber das kann sich ändern.

Einen Blick fürs Kümmern entwickeln

Bislang haben wir uns angeschaut, wie der Raum, in dem Sie sich befinden, und das Ding, das Sie ausgewählt haben, zu dem geworden sind, was sie sind. Doch wie bleiben sie eigentlich, was sie sind? Die Entropie – also das Naturgesetz, demzufolge alles beständig in seine kleinsten Bestandteile zerfallen will – wird durch menschliche Handwerks- und Ingenieurskunst nur sehr temporär ausgehebelt. Wird ein Haus nicht mehr bewohnt und kümmert sich niemand um seinen Erhalt, dann wachsen innerhalb weniger Jahre Schimmel und Blumen und Bäume darin, dann ziehen Tiere dort ein, und der Wind deckt die Dächer ab. Wird ein Computer nicht gewartet und aktualisiert, dann wird er schnell unbrauchbar. Wird eine Toilette nicht geputzt, dann wird sie – je nach persönlicher Ekelgrenze – binnen Wochen oder Monaten unbenutzbar. Kurz: Das ausgeklügeltste technische Artefakt wird nutzlos, wenn es nicht Menschen gibt, die sich darum kümmern und ihm alltägliche Fürsorge, gelegentliche Wartung und die ab und zu anfallenden Reparaturen angedeihen lassen. Und nun schauen Sie sich noch einmal um. Wer hat heute Morgen oder letzte Woche diesen Raum geputzt? Wer hat den heruntergefallenen Dachziegel nach dem letzten Sturm erneuert? Wer hat das Erdöl in den Heizungstank im Keller gefüllt? Wer repariert den Wasserhahn, wenn er leckt? Wer putzt das Stiegenhaus? Je nachdem, in welchen Klassenverhältnissen Sie sozialisiert wurden, fühlen Sie sich jetzt vielleicht schuldig und denken, Sie sollten sich lieber ein wenig kümmern, anstatt sich die Freiheit herauszunehmen, ein Kunstmagazin zu lesen, obwohl Ihre Mütter und Großväter das nicht getan haben, weil sie in dieser Zeit einen Socken gestopft oder eine Regenrinne repariert haben. Oder Sie fühlen sich irritiert und belehrt und sind sich sicher, dass Sie gar nicht die nötigen Fähigkeiten und den Blick dafür haben, Kümmern bedarfe zu sehen. Schließlich bezahlten auch Ihr Vater und Ihre Großmutter fürs Kümmern andere Menschen, sei es die Greißlerin im Laden an der Ecke oder die Hausangestellte im eigenen Heim. Kümmernwissen ist komplexes Wissen, darauf weist die Kulturtheoretikerin Elke Krasny hin: „Vieles am

5 Wall Kimmerer, R., 2021: Geflochtenes Süßgras: Die Weisheit der Pflanzen. Berlin: 180.

Reparieren übersteigt das formelle Lernen. Es verlangt Handgriffe und Bewegungen, die nur durch das Tun erprobt werden. Es verlangt Intuition, diagnostische Fähigkeiten, Ausdauer, Geduld und Routinen“.⁶ Welches Wissen und welche praktischen Fähigkeiten bräuchten Sie, um sich wirklich umfassend um Ihren Gegenstand oder um den Raum, in dem Sie gerade sitzen, kümmern zu können? Um ihn am Stück durch die Zeiten zu bringen und ihm dabei zu helfen, auch morgen noch seine Funktion erfüllen zu können, eingedenk all der Hände Arbeit und all des Lebens so vieler Wesen, die bereits in ihn geflossen sind und ihn so kostbar machen?

Das Notwendige tun

Jetzt sind wir an einem schmerzhaften Punkt angekommen. Hatten Sie sich von einem progressiven Technikbegriff nicht eine Antwort auf die Frage erhofft, wie wir Menschen weniger statt mehr arbeiten können? Wie wir einander freudvoll und mit Muse zuhören, während Produktions- und Putzroboter die Drecksarbeit erledigen, um endlich die mühselige Diskussion über Arm und Reich loszuwerden? Die Utopie einer klassenlosen Gesellschaft, in der uns die gebratenen veganen Hähnchen (per Solar-drohne transportiert) in den Mund fliegen? Stattdessen belästige ich Sie mit Fragen nach lebensnotwendigen Dingen im Hier und Jetzt und frage insistierend, wer sich denn darum kümmert, und warum Sie das nicht sind – falls Sie es nicht sind. Nun, dieser Schmerz ist nicht neu, hat er doch mit einem, patriarchalen Gesellschaften tief eingeschriebenem Verständnis von Fortschritt zu tun, der frei von niedriger, unwürdiger Arbeit zu sein habe. Die Verfasserinnen des „ABC des guten Lebens“ schreiben dazu: „Notwendigkeit wurde seit der Antike und wird auch heute noch oft als Gegensatz zur Freiheit gedacht. Diejenigen, die das Notwendige taten, waren Frauen und Sklaven. Als vollgültige Menschen wurden nur die Männer angesehen, die gleichzeitig auch Bürger waren. Die Sphäre des Notwendigen zu delegieren und auszugrenzen, ermöglichte es diesen ‚freien‘ Bürgern, Politik zu betreiben“.⁷ Im Klartext bedeutet das: Die Abhängigkeit dieser „freien“ Bürger von anderen Menschen, die sich für sie um ihre Körper und ihre Dinge kümmerten, war absolut. Dennoch wurden sie als „frei“ bezeichnet. Dasselbe Unsichtbarmachen der Abhängigkeiten von anderen Wesen und Dingen und das Zelebrieren der Negation dieser Abhängigkeiten als „Freiheit“ ist noch heute ein weitverbreitetes Muster diverser politischen Ideologien – vom real existierenden Kapitalismus, der über Marktmechanismen für ein „freies“ Leben der wohlhabenden Geldbesitzenden sorgt; bis hin zur Utopie vom Roboterkommunismus, der allen Menschen auf der Welt ein Leben in „freier“ Muße bescheren soll. Grundlage solcher „Freiheit“ ist immer Herrschaft – die Herrschaft derjenigen, die sich in völliger Verdrehung der Tatsachen (dass nämlich andere Menschen für sie das Essen kochen, das Dach reparieren, in der Fabrik stehen, das Kobalt aus der Mine holen) als „frei“

6 Krasny, E., 2016: Reparatur und Krise: Es kommt darauf an. In: Baier, A., et al. (Hrsg.): Die Welt reparieren: Open Source und Selbermachen als postkapitalistische Praxis. Bielefeld: 295–299.

7 Knecht, U., et al., 2015: ABC des guten Lebens. Eintrag „Notwendigkeit“. 3. Auflage. Rüsselsheim: 107–108.

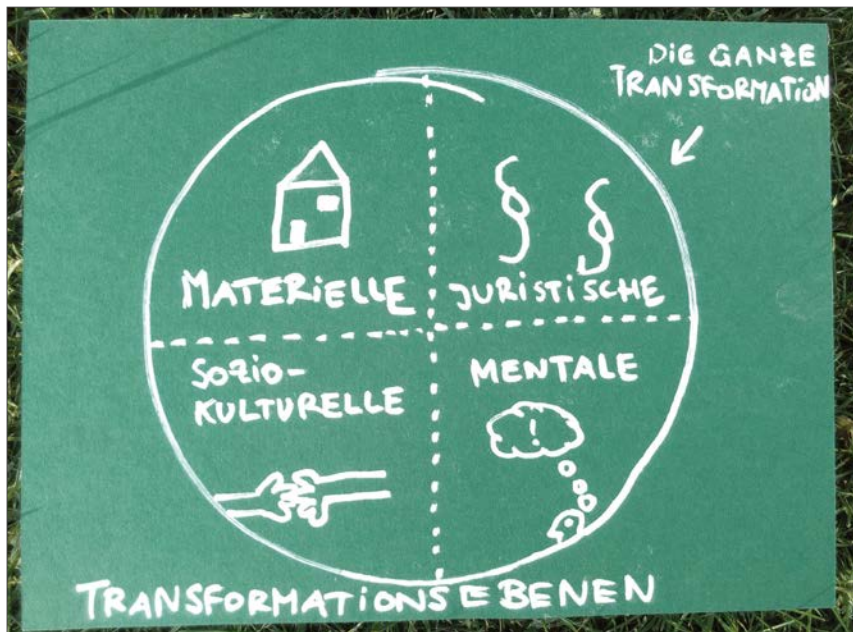


Abbildung 5: Transformationsebenen für die Veränderung soziokultureller Strukturen [Quelle: Andrea Vetter]

ausgeben, wobei sie tatsächlich nur als Herrscher*innen in einer Kette aus Zwängen ganz oben stehen. Wie kaufen Sie sich frei von der Notwendigkeit, Ihr Büro zu putzen, Ihr Dach zu flicken oder Ihr Smartphone zu reparieren? Woher kommt das Geld, mit dem Sie sich freikaufen? Bekommen Sie für Ihre Arbeitsstunde mehr oder weniger Geld als die Person, die das Klo putzt, die den Dachziegel wieder an die richtige Stelle rückt und halbjährlich die Regenrinne säubert? Vielleicht ist es auch gar nicht Geld, das Sie von der Notwendigkeit des Kümmerns entbindet, sondern die Struktur Ihrer privaten Beziehungen – vielleicht kümmert sich Ihre Ehefrau oder Ihr Vater oder Ihr*e Freund*in um notwendige Dinge? Doch bei dieser Verstrickung in Herrschaft, bei dieser Verdrehung von Freiheit und Notwendigkeit muss es nicht bleiben: „Dass notwendige Tätigkeiten erledigt werden, kann so nicht nur als Voraussetzung für gutes Leben betrachtet werden, sondern als Teil des guten Lebens selbst. Wer etwas Notwendiges tut, zum Beispiel sich um ein Baby, das schreit, kümmert, ist nicht unfrei. Vielmehr gehört das Notwendige unverzichtbar zum Leben dazu und verweist auf die grundsätzliche Abhängigkeit aller von allen. Das Tun des Notwendigen ist nicht nur mit Freiheit vereinbar, sondern beides fällt letztlich in eins“⁸.

Veränderung begehren

Merken Sie, wie Sie langsam richtig ärgerlich werden, weil ich die Verantwortung für Ihr Leben und die Sie umgebenden Dinge auf Sie persönlich abwälzen will? Als hätten Sie die Wahl, selbst wenn Sie es könnten, Ihr Büro in der Universität selbst zu putzen, die Dachziegel auf Ihrem Mietshaus selbst zu reparieren oder auch nur einen reparaturfähigen Computer zu besitzen? Denn es ist das eine, in unseren Bezugsgruppen gemeinsam Verantwortung für die uns umgebenden Dinge zu übernehmen – das auch

⁸ Ebd.

zu dürfen, ist das andere. Und da sind wir, wie am Ende jeden guten Nachdenkens über diese Gesellschaft, beim Thema „Eigentum“ angekommen. Dürfen Sie überhaupt Verantwortung übernehmen? Wem gehört das Haus, die Wohnung, das Zimmer, in dem Sie sich befinden? Dürfen Sie es überhaupt putzen? Dürfen Sie dort eine Wand einreißen oder einziehen? Die in dieser Bauanleitung aufgeworfenen Fragen lassen sich auch nicht einfach lösen, indem das Privateigentum wie im real existierenden Sozialismus schlichtweg durch Staatseigentum ersetzt wird. Auch dann bleibt uns nämlich die Möglichkeit genommen, mit den Dingen in unserer Umgebung in eine angemessene Beziehung zu treten. Die Politikwissenschaftlerin Joan Tronto sagte sehr richtig: „Eine wirklich freie Gesellschaft ist eine, in der Menschen die Freiheit haben, sich zu kümmern.“⁹ Deshalb erklärte die Commonsforscherin Silke Helfrich: „Wenn wir unser vielfaches Bezogensein ernst nehmen, müssen wir auch neue Institutionen und ‚Rechtsformen des Habens‘ (also neue Eigentumsrechte) entwickeln, die auf dieser Tatsache beruhen.“¹⁰

Revolution

Sehen Sie? Nun sind Sie ganz unverhofft vom Betrachten eines Smartphones beim Wunsch nach einer Revolution gelandet. So schnell kann es gehen. Denn natürlich ist es uns nur möglich, wirklich gemeinsam verantwortlich für alle Dinge zu werden, wenn die gesellschaftlichen – sprich: juristischen – Strukturen völlig andere wären. Anderes Eigentumsrecht, andere Gesetze, andere ISO-Normen, anderer „Stand der Technik“, andere Ausfuhrbestimmungen, andere Bauordnungen – das ist es, was die Herausgeber des Degrowth-Handbuchs meinen, wenn sie schreiben: „Degrowth steht für eine Gesellschaft mit einem geringeren Metabolismus oder Stoffwechsel, aber noch wichtiger, für eine Gesellschaft mit einem Metabolismus, der eine andere Struktur hat und neue Aufgaben erfüllt. Degrowth verlangt nicht, dasselbe in einem kleineren Rahmen zu tun. Das Ziel ist nicht, den Elefanten schlanker zu machen, sondern es geht darum, ihn in eine Schnecke zu verwandeln.“¹¹ Ich danke Ihnen, dass Sie der Bauanleitung gefolgt sind. Wenn Sie alle Schritte gewissenhaft gegangen sind, dann sind Sie jetzt bereit, um mit den Autor*innen dieser Ausgabe gemeinsam dafür einzutreten, dass wir verantwortlich Handelnde in diesem Geflecht aus Wurzeln, Straßen, Erdölderivaten, Ameisen, Menschen und Millionen anderer werden. Das Wort „konvivial“ kommt aus dem Lateinischen von convivere und meint „mit dem Leben“, „für die Lebendigkeit“ gehend. Fangen Sie einfach damit an, wo immer Sie gerade sind. Oder schreiben Sie uns eine E-Mail, wir helfen gern mit konkreten Projekten weiter.

Vielen Dank und Ihnen noch ein gutes Leben!

9 Tronto, J., 2013: Caring Democracy: Markets, Equality, and Justice. New York: 170. (Meine Übersetzung, Original: „A truly free society makes people free to care.“)

10 Helfrich, S.; Bollier, D., 2019: Frei, fair und lebendig: Die Macht der Commons. Bielefeld 2019, S. 204.

11 D'Alisa, G.; Demaria, F.; Kallis, G. (Hrsg.), 2015: Degrowth: Handbuch für eine neue Ära. München: 20.



3 Nutzerkomfort durch Lowtech-Konzepte in Gebäuden

Thomas Zelger, Daniel Bell, Bernhard Lipp, Ute Muñoz-Czerny, Ernst Gruber

Bei der ökologischen und ökonomischen Bewertung von Gebäudekonzepten sind stets alle beeinflussenden Parameter zu berücksichtigen – sowohl sämtliche generierte Kosten, Energie-, und Materialströme als auch die Wirkung auf die Menschen, auch wenn diese nicht immer quantitativ abgebildet werden können. Gebäude sind komplexe Systeme – sie bestehen aus einer Vielzahl von Einzelkomponenten, die einander beeinflussen, sie existieren in Abhängigkeit von anderen Systemen und haben Auswirkungen darauf. Diese Auswirkungen werden unter anderem von den Umgebungsbedingungen, Gebäudeeigenschaften, dem historischen und regionalen Kontext und den Nutzenden bestimmt und beziehen sich auf die gesamte Lebensdauer eines Gebäudes und darüber hinaus.

Vor allem die eingesetzte Gebäudetechnik hat Auswirkungen auf die Menschen. Wesentlich für das Funktionieren des Systems „Gebäude“ unter energieeffizienten Gesichtspunkten ist deshalb die Einbindung der Personen, die in diesem System agieren, weil auch durchdachte Steuerungskonzepte von ihnen mitgetragen werden müssen. Um ihre Bereitschaft zu fördern, aktiver Teil dieses Systems zu sein, sind Akzeptanz und Komfort im Gebäude von entscheidender Bedeutung. Hier spielt vor allem die Schnittstelle Mensch–Technik eine Rolle.

Inwiefern sich Lowtech-Konzepte auf die Zufriedenheit der Nutzer*innen auswirken, wurde in der Sondierungsstudie „Nutzerkomfort durch Lowtech-Konzepte in Gebäuden“, beauftragt vom Bundesinstitut für Bau-, Stadt- und Raumforschung im Bundesamt für Bauwesen und Raumordnung, im Zeitraum 2019–2022 untersucht.

Im Rahmen der Studie wurden **quantitative Befragungen von Nutzer*innen** in sechs ausgewählten Gebäuden (siehe Abbildung 6) sowohl im Sommer als auch im Winter durchgeführt. Mit zehn Personen – Expert*innen der Gebäude-, Anlagen- und Energietechnik – wurden **qualitative Interviews** geführt. Die Auswahl der Gebäude erfolgte in Abstimmung mit dem Auftraggeber, wobei unterschiedliche Lowtech-Aspekte Berücksichtigung finden sollten.

Um bestehende Lösungen vor allem im Spektrum von Lowtech, aber auch im Übergangsbereich zu Hightech-Lösungen bewerten und optimieren zu können, wurde ein **Indikator (LowTRI)** entwickelt, anhand dessen robuste und richtungsstabile Lowtech-Strategien entwickelt werden können.



BBSR D-10785 Berlin, Reichpietschufer 86–90 [Quelle: BBSR]



BMI D-10117 Berlin, Krausenstraße [Quelle: BBSR]



2226 A-6890 Lustenau, Millennium Park 20 [Quelle: Eduard Hüber]



Haus des Lernens A-3100 St. Pölten, Daniel-Gran-Straße 36 [Quelle: Rupert Steiner]



Ökologie-Institut A-1070 Wien, Seidengasse 13 [Quelle: IBO]



Stadtelefant A-1100 Wien, Bloch-Bauer-Promenade 23 [Quelle: Andreas Buchberger]

Abbildung 6: Untersuchungsgebäude in Deutschland und Österreich

Als weiteres Untersuchungsgebäude wurde der geplante Neubau Erweiterung des Bundesministeriums für Umweltschutz (BMU) herangezogen, wobei dazu die Variante 3 aus dem Energiekonzept gewählt wurde (BMU_Var3). Im Gegensatz zu den anderen Gebäuden handelt es sich um eine Planung, das heißt, Befragungen zu Nutzer*innenkomfort und -aufwand waren nicht möglich, der Aufwand für die Nutzer*innen wurde für die Bewertung aus der aktuellen Planung abgeleitet.

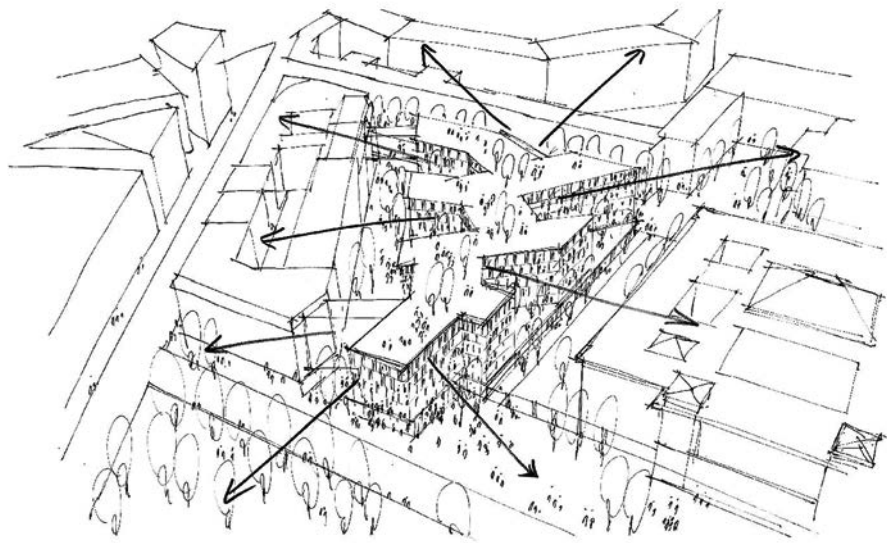


Abbildung 7: Entwurf zum Neubau Erweiterung BMU [© C.F. Møller Danmark A/S]

Soziale Aspekte des thermischen Komforts – Nutzer*innenbewertungen

Im Rahmen des Forschungsprojekts wurde der Nutzer*innenkomfort in ausgewählten Testgebäuden umfassend anhand eines adaptierten Fragebogens auf Basis des Instruments für Nutzerbefragungen zum Komfort am Arbeitsplatz (INKA) von Schakib-Ekbatan et al. (2015)¹² erfasst und analysiert. Im Zuge der Datenerhebungen stand dabei in erster Linie die Abbildung des Gebäudes als (sozio-technisches) Gesamtsystem im Vordergrund, wobei die Berücksichtigung eines bestehenden (methodischen) Zugangs Referenzierungen zu zurückliegenden Erhebungen erlauben sollte. Durch die Erweiterung um Aspekte, die im Kontext von Lowtech-Lösungen relevant sind, konnten so saisonabhängige Gebäudevergleiche und die unmittelbare Identifikation von Handlungsbedarf (z. B. Überhitzung) möglich gemacht werden.

¹² Schakib-Ekbatan, K., 2015: Bürogebäude auf dem Prüfstand: zur Zufriedenheit mit Raumklima und Raum am Arbeitsplatz unter Einbindung der NutzerInnenperspektive in die Nachhaltigkeitsbewertung. Dissertation, Universität Magdeburg.

Während der Projektlaufzeit wurden im Rahmen von quantitativen Befragungen die Nutzer*innen von sechs Bürogebäuden in Sommer- und Wintersaisons befragt. Dadurch konnte ein Sample von 260 Teilnehmer*innen durch Onlinefragebögen erreicht werden. Inhaltlich wurde der Komfort durch die folgenden sieben Komfortdimensionen sowie durch 78 Skalen und Subskalen operationalisiert:

- Lichtverhältnisse
- Temperaturverhältnisse
- Luftqualität
- Akustik/ Geräuschpegel
- Räumliche Bedingungen
- Möblierung / Gestaltung
- Nutzerfreundlichkeit des Gebäudes

Ausgehend vom bestehenden INKA-Fragebogen wurden Fragen zum genauen Ort, an dem der Fragebogen ausgefüllt wurde, Fragen zur Technikaffinität sowie Fragen zur aktiven Einbindung und Einschulung der Gebäudenutzer*innen ergänzt.

Die Ergebnisse der Befragungen zeigen, dass der Gesamtkomfort zu allen Testzeitpunkten über jenen der Referenzgebäude in Sommer und Winter liegt. Saisonabhängige Analysen über alle Gebäude(typen) geben Aufschluss über Bereiche, in denen Handlungsbedarf besteht (z. B. Temperatur und Geräuschpegel) und entsprechen in ihrer Tendenz den Erkenntnissen aus den Referenzstudien – generell ist der subjektive Komfort in der Wintersaison höher als in den Sommermonaten.

Im Gesamtvergleich zwischen den Gebäudetypen wird der Komfort im Altbau (bis auf die räumlichen Bedingungen) weniger positiv bewertet als im Neubau. In den Sommermonaten liegen die Komfortbewertungen zwischen Alt- und Neubau allerdings deutlich näher beisammen, als dies im Winter der Fall ist. Im Gebäudetypenvergleich in den Wintermonaten zeigt sich, dass vor allem Temperatur, Lichtverhältnisse, Möblierung und Nutzer*innenzufriedenheit im Altbau deutlich weniger positiv bewertet werden, als dies in den Neubauten der Fall ist.

Mit Ausnahme eines Gebäudes folgt der Trend der Zufriedenheit den Ergebnissen der Komfortgesamtbewertungen der Testgebäude, wobei hoher Veränderungsbedarf vor allem im Bereich der Akustik, in den Gebäuden, die über geteilte Arbeitsbereiche verfügen, besteht. Am wichtigsten ist die Veränderbarkeit der Komfortparameter am Arbeitsplatz im Bereich der Temperatur, der Lichtverhältnisse und des Geräuschpegels, am geringsten im Bereich der Privatheit und der Möblierung. Trotz durchschnittlich niedrigerer Komfortwerte im Winter unterscheiden sich die beiden Saisons nicht signifikant hinsichtlich des Veränderungsbedarfs, wenn alle Testgebäude berücksichtigt werden.

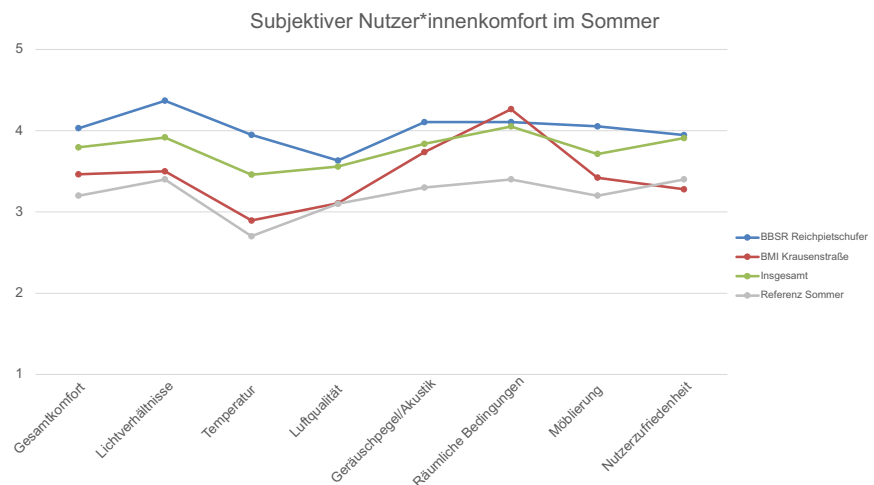


Abbildung 8: Vergleich der durchschnittlichen Nutzer*innenzufriedenheit mit den Komfortdimensionen im Sommer [Quelle: Daniel Bell, FH Technikum, Wien]

Zusammenfassend konnte der Trend aus den verfügbaren Referenzstudien auch in den Testgebäuden des vorliegenden Forschungsprojekts abgebildet werden. Die Gebäude mit dem höchsten subjektiven Gesamtkomfort der Nutzer*innen sind ebenso eindeutig identifizierbar wie Ausreißer (z. B. bei der Temperatur im Winter). Generell zeigt sich ein einerseits hoher Informationsstand in Bezug auf Maßnahmen, die ergriffen werden können, um den individuellen Komfort zu erhöhen, und die andererseits bestehende Nachfrage nach Informationen.

Speziell relevant für Lowtech-Maßnahmen mit hohem Interaktionspotenzial zwischen Gebäude und Nutzer*innen ist die hohe, signifikante Korrelation zwischen der Zufriedenheit mit Interaktionsmöglichkeiten und dem Gesamtkomfort.

Die begleitend zu den standardisierten empirischen Methoden, mit Fokus auf die Nutzer*innen der Gebäude, durchgeführten qualitativen Befragungen von zehn Expert*innen aus dem Gebäude-und-Anlagentechnik- und Energietechnikbereich ermöglichten Einblicke in Maßnahmen zur Erhöhung des Komforts, zur Nutzer*inneneinbindung und Erwartungen.

Aus Expert*innensicht ist eine zentrale Maßnahme zur Erhöhung des sommerlichen Komforts die Differenzierung (Standort, Neubau/Bestand, Nutzung, Ausrichtung etc.) der Gebäude, da diese individuelle und hybride Lösungen ermöglicht. Darüber hinaus ist die Mitwirkung der Nutzer*innen notwendig, wobei hier allerdings der Nachweis hinsichtlich des tatsächlichen positiven Effekts noch aussteht. Nichtsdestotrotz können durch die Kommunikation des „richtigen“ Betriebs beziehungsweise der korrekten Nutzung von Gebäuden und Räumen Probleme vermieden werden. Generell wird Automatisierung eher positiv wahrgenommen, wobei diese auch potenzielle Probleme in Bezug auf die Nutzer*innen birgt.

Ein großer Vorteil sind aus Expert*innensicht bereits vorhandene Nutzer*innen, da hier eine frühe Einbindung möglich ist, die dabei helfen kann, Erwartungen realistisch zu gestalten, wofür wiederum entsprechende Kommunikation notwendig ist. Automation wird in bestimmten Bürotypen als unumgänglich eingeschätzt, wobei die Nutzer*innenfreundlichkeit in Form von verständlichen, direkten und einfach durchzuführenden Handlungsschritten die wahrgenommene Kontrolle erhöhen kann und damit die Interaktion mit dem Gebäude fördert.

Zentral für die Nutzer*innen ist der starke Zusammenhang zwischen Erwartungen und Zufriedenheit der Nutzer*innen beziehungsweise Nutzer*innenakzeptanz und den Erwartungen an den Komfort im Gebäude. Untersuchungen zeigen, dass Faktoren wie Eingriffsmöglichkeiten ins System und die Identifikation mit dem Gebäude oder „gutes Gewissen“ (Beitrag zum Klimaschutz durch das individuelle Verhalten) positiv auf die Nutzer*innenzufriedenheit wirken. Dafür ist die Einbindung der Nutzer*innen wesentlich, da dies zur Stärkung der Eigenverantwortlichkeit beiträgt und die Verständlichkeit und Aneignungsfähigkeit der Gebäudekonzepte erhöht. Durch Planungspartizipation können unter anderem auch subjektive Faktoren berücksichtigt werden.

Zusammenfassend konnten die sozialwissenschaftlichen Erhebungen zeigen, dass die Nutzer*innenzufriedenheit nicht ausschließlich durch objektive Faktoren vorhergesagt werden kann. Der Informationsstand und die Nachfrage nach Informationen hinsichtlich der Funktionen des Gebäudes und der Möglichkeiten zur aktiven Beeinflussung der Komfortparameter sind dabei klar identifizierbar. Hier besteht noch großer Bedarf an Informationskampagnen im Kontext des Energiesparens. Die identifizierte hohe Korrelation zwischen der Zufriedenheit mit den Interaktionsmöglichkeiten mit dem Gebäude und dem Gesamtkomfort legt den Schluss nahe, dass Lösungen, die dem Steuerbedürfnis der Nutzer*innen entgegenkommen, im Vergleich zu hoher Automatisierung konkurrenzfähig sind. Dafür sind eine frühe Einbindung und die klare Verantwortung und Kommunikation der Funktionsweise in Kombination mit „hybriden Systemen“ nötig.

Der im Rahmen der Sondierungsstudie entwickelte **LowTRI** soll die vielfältigen, sowohl Energieeffizienz als auch Nutzer*innenkomfort beeinflussenden Aspekte einbinden und abbilden. Fragestellungen waren unter anderem, welchen Einfluss unterschiedliche Maßnahmen im Bereich der Gebäudeplanung und -ausstattung auf den Nutzer*innenkomfort haben. Inwiefern Nutzer*innen sowohl mit den Innenraumkonditionen wie beispielsweise dem Klima als auch mit deren Beeinflussungsmöglichkeiten zufrieden sind und inwiefern sogenannte Lowtech-Konzepte auf Akzeptanz stoßen, wurde anhand von Raumklimamessungen und Befragungen in ausgewählten Testgebäuden erhoben.

In einem ersten Schritt wurden für die Entwicklung des LowTRI Muss- und Sollkriterien sowohl für den Aufwand für die Gebäudetechnik (Herstellung, Wartung, Instandsetzung) und die Bautechnik, die Kompatibilität mit der Klimaneutralität 2040 als auch den Nutzer*innenkomfort festgelegt. Diese wurden gewichtet und ermögli-

chen, die Aufwände und Qualitäten einer spezifischen Gebäudeausstattung einander gegenüberzustellen.

Folgende Kriterien wurden für die Bewertung von Gebäuden, insbesondere im Hinblick auf Lowtech-Qualitäten, operationalisiert:

- Technisierungsgrad, eingesetzte Komponenten
- Regelbarkeit, Automatisierung
- Investkosten und/oder Anteil Technische Gebäudeausrüstung
- Betriebskosten
- Instandsetzungs- und Wartungsaufwand, Wartungsintervalle, Reparierbarkeit (Lebenszykluskosten)
- Interaktionsmöglichkeit beziehungsweise Aufwand Nutzer*innen
- Nutzungsflexibilität/Anpassbarkeit
- Primärenergie nicht erneuerbar (PENRE), Treibhauspotenzial Betrieb beziehungsweise über den gesamten Lebenszyklus
- Adaptierbarkeit an den Klimawandel
- Komfort

Ein Beispiel für die Bewertung unterschiedlicher Lösungen für die Gebäudeausstattung ist in Abbildung 9 zu sehen. Die Einstufung der Einzelmaßnahmen muss je nach systemischer Lösung zusätzlich bewertet werden (z. B. wenn Teilsysteme mehrere Funktionen erfüllen können (z. B. Bauteilaktivierung für Heizen und Kühlen)).

	LOWTRI	LÜFTEN	HEIZEN (MIT WW)	KÜHLEN
HIGH HIGHTECH	1	Komfortlüftung, raumweise CO ₂ -geregelt	Befeuchtung, Fußbodenheizung etc.	Klimaanlage, hochkomfortable Einbringung, Flächenkühlung
HIGHTECH	0,75	Komfortlüftung, CO ₂ -geregelt	Deckensegel (flexibel), Lüftung beheizt	mechanische Lüftung nur hygienisch inklusive Entfeuchtung, Flächenkühlung extra (nicht Heizflächen)
MIDDLETECH	0,5	Komfortlüftung hybrid (50 % Anlage, 50 % Fensterlüftung)	Flächenheizung ohne Befeuchtung, Zuluftheizung	mechanische Lüftung nur hygienisch ohne extra Entfeuchtung, Flächenkühlung mit Heizflächen
LOWTECH	0,25	Abluftanlage zentral	Radiatoren, Niedertemperatur mit Thermostatventilen	Temperierung über Verteilung/ Abgabe Heizung, adiabate Kühlung
LOW LOWTECH	0	händisch	keine Beheizung außer Beleuchtung	Fensteröffnung handgesteuert, kein Schlagregen- und Einbruchschutz

Tabelle 1: Überlegungen zur Planung von Lowtech-Gebäuden: idealtypische Lösungen

Auf der Grundlage von technischen Bewertungen, der Recherche zu Lowtech-Konzepten und den Befragungen wird die folgende Gesamtbewertung für nachhaltige Lowtech-Gebäude vorgeschlagen:

MUSSKRITERIEN

Kriterium Gebäudetechnik $\leq 20\%$: Geringer Aufwand für Gebäudetechnik in der Herstellung, Wartung und Instandsetzung, ein geringer Komplexitätsgrad und eine robuste Gebäudetechnik sind die Voraussetzung für Lowtech-Gebäude.

Niedrige Energie-/Klimabelastung $\leq 20\%$: Lowtech-Gebäude sind nur dann zukunftsfähig, wenn sie mit der 100%-Versorgung mit erneuerbaren Energieträgern beziehungsweise Klimaneutralität kompatibel sind.

SOLLKRITERIEN

Abweichung Komfortgrenzen $\leq 40\%$: Wenn die NutzerInnen gut informiert sind und eine Lowtech-Gebäude erwarten, sind die Komfortgrenzen andere als in Hightech-Gebäuden mit Vollklimatisierung; siehe adaptives Komfortmodell, aber auch Befragungsergebnisse und Literatur.

Aufwand NutzerInnen „aktiv“ $\leq 80\%$: NutzerInnen sind in Lowtech-Gebäuden meist stärker gefragt und müssen „gut informiert“ sein, um das Potenzial des Gebäudes bezüglich Komfort und Energie/Klimabelastung ausschöpfen zu können. Eine professionelle Begleitung ist bei Bezug, aber auch während des Betriebs notwendig. Eine Abstimmung mit dem Arbeitsschutz etc. ist sinnvoll.

KRITERIEN INFORMATIV

Aufwand für die Bautechnik: Dieser wird informativ angegeben. Es gibt keine Einschränkung für eine positive Einstufung eines Bauwerks als Lowtech-Gebäude. Dies ist vor allem der meist langen Nutzungsdauer und dem geringen Wartungsaufwand der baulichen Komponenten im Vergleich zu den gebäudetechnischen geschuldet.

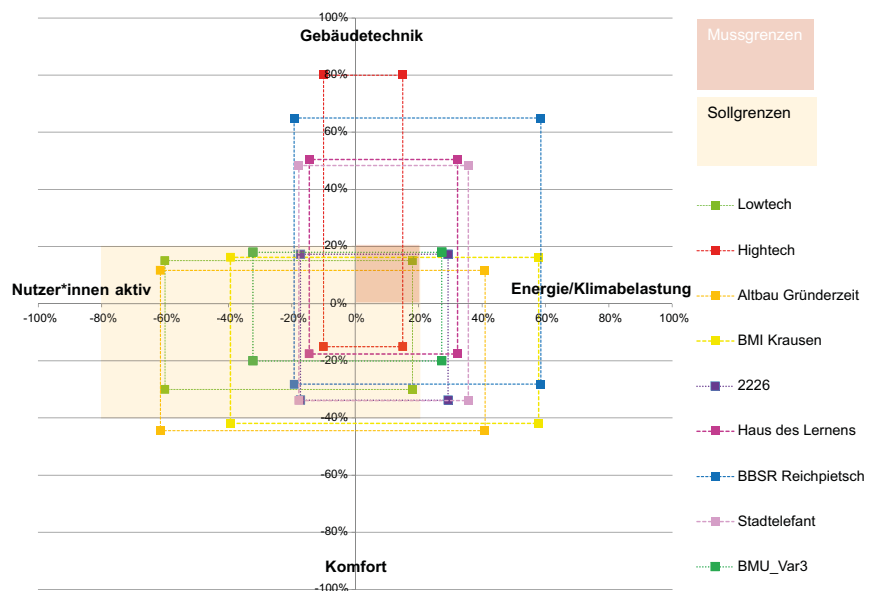


Abbildung 9: Darstellung der Bewertung der Testgebäude anhand des LowTRI

Lesebeispiel: Das Projektvariante-Rechteck muss innerhalb des Muss-Ziel-Quadrats liegen und sollte auch innerhalb des Soll-Ziel-Quaders liegen. Die Grenzen zum Aufwand (Nutzer*innen aktiv) werden gebäude-spezifisch festgelegt. [Quelle: Thomas Zelger, FH Technikum, Wien]

Bei der Formulierung der Grenzwerte wurde auf eine Differenzierung hinsichtlich der Rahmenbedingungen Trakttiefen, Belegungsdichten, Grundrissgestaltung verzichtet. Dies gilt auch für den Einfluss des lokalen Klimas (Stadtzentrum, Land und Klimazone) auf den Komfort beziehungsweise auf die erneuerbare Versorgung. Diese Rahmenbedingungen müssen in die Gewichtung der Einzelkriterien integriert werden, insofern sie nicht „automatisch“ in der Detailbewertung erfasst sind (z. B. geht in die Komfortbewertung nach adaptivem Modell die gleitende Außenlufttemperatur in die Bewertung ein, d. h. an wärmeren Standorten sind höhere empfundene Temperaturen akzeptabel für die Erreichung einer Qualitäts-Klasse). Zudem ist zu berücksichtigen, dass für die Einstufung BMU_Var3 Planungskennwerte eingesetzt wurden, alle anderen Gebäude enthalten im Bereich Komfort und Nutzer*innen-Aufwand Befragungswerte.

Kein Gebäude kann im Bereich Energie-/Klimabelastung den Grenzwert einhalten. Das ist vor allem der unzureichenden Nutzung der lokalen Energieressourcen (PV) und teilweise der ineffizienten Gebäudehülle und -technik geschuldet. Die Anforderung Gebäudetechnik wird vom Gründerzeitgebäude, dem 2226 und BMU_Var3 unterschritten. Die Komfortanforderung kann von allen Gebäuden außer dem Gründerzeitgebäude eingehalten werden.

Insgesamt ist keines der Gebäude ein nachhaltiges Lowtech-Gebäude gemäß der hier vorgelegten Definition. Eine Weiterentwicklung der Gebäude im Bereich Energie-/Klimabelastung würde eine Reihe von Lowtech-Gebäuden hervorbringen.

Schlussfolgerungen

Der LowTRI ist eine Möglichkeit zur Strukturierung und Bewertung der für den Gebäudebetrieb erforderlichen Gebäudetechnik nach dem Motto „Weniger ist mehr“. Je nach Standort, Gebäudefunktion, -konstruktion und -größe, Nutzer*innenprofil usw. ist eine unterschiedliche Herangehensweise gefragt. Individuell gefundene Lösungen für die jeweiligen Aufgabenstellungen sollen im Zielbereich des Lowtech Readiness Indicators liegen, um hohe Qualitäten auf Basis klimaverträglicher Lösungen bei moderatem Gebäudetechnikeinsatz zu ermöglichen.

Die Ergebnisse der Sondierungsstudie dienen in erster Linie einer Überprüfung des entwickelten Erhebungswerkzeuges und können Ausgangspunkt weiterer, vertiefender Untersuchungen bestehender Bürogebäude sein. Diese Ergebnisse fließen idealerweise in künftig errichtete Gebäude ein. Vor allem im Hinblick auf die steigenden Temperaturen sind Maßnahmen gegen sommerliche Überwärmung als Beitrag zum Nutzer*innenkomfort und zur Vermeidung eines hohen energetischen Kühlaufwandes zu setzen.

4 Robuste, nutzerfreundliche und kostengünstige TGA in Gebäuden

Lukas Lauss, Thomas Auer

Einleitung

Um dem anthropogenen Klimawandel entgegenzuwirken und ihn bremsen zu können, ist ein massives Umdenken erforderlich. Insbesondere der Bau- und Gebäudesektor muss hierzu einen entscheidenden Beitrag leisten. Auf diesen Bereich entfallen in Deutschland während Herstellung, Bau und Betrieb etwa 90 % der mineralischen Rohstoffe (VDI 2022), circa 35 % des Endenergieverbrauchs (Dena 2022) und rund ein Drittel der CO₂-Emissionen (UBA 2022). Dementsprechend müssen wirksame Maßnahmen entwickelt und umgesetzt werden, um die ambitionierten Klimaziele der deutschen Bundesregierung, bis 2045 ein nahezu klimaneutraler Gebäudebestand, zu erreichen.

Eine dieser Strategien und Maßnahmen muss lauten, Performance Gaps (PGs) – die Differenz zwischen den Zielgrößen in der Planungsphase und den Messwerten im Gebäudebetrieb – in Bestandsgebäuden zu reduzieren. Dabei muss der Fokus insbesondere auf die Gebäude- und Anlagentechnik sowie deren Automation gelegt werden, da hierbei neben dem großen Energieeinsparpotenzial auch häufig Effizienzlücken durch Betriebsfehler in gebäudetechnischen Anlagen („Technical Gaps“), unerwartetes NutzerInnenverhalten („User/Usage Gaps“) sowie Klimaveränderungen („Ambient Gaps“) festgestellt werden. Diese Diskrepanzen können während unterschiedlicher Lebenszyklusphasen von Gebäuden entstehen, wodurch die Qualität des Gebäudebetriebes beeinträchtigt wird. Performance Gaps wirken sich in der Regel nicht nur negativ auf den Energieverbrauch, sondern auch auf den NutzerInnenkomfort und die Energie- beziehungsweise Betriebskosten sowie den Ausstoß von Treibhausgasemissionen aus.

Um Performance Gaps vorzubeugen, braucht es robuste und nutzerInnenfreundliche Gebäudetechnikkonzepte. Darüber hinaus müssen durch energetische Qualitätssicherungsmaßnahmen im Gebäudebetrieb die Analyse von Energieverbräuchen und Anlagenzuständen sowie die Identifikation von Betriebsfehlern erfolgen. Im Rahmen dieser Arbeit werden Betriebsfehler identifiziert, die Auswirkungen von Performance Gaps auf den Energiebedarf sowie thermischen Komfort quantifiziert und darauf aufbauend Potenziale zur Optimierung der Gebäudeperformance abgeleitet.

Forschungsmethodik und theoretische Grundlagen

Um die Analyse von Betriebsfehlern vornehmen zu können, wird ein regelbasiertes Modell zur Fehlererkennung in gebäudetechnischen Anlagen aufgebaut. Dabei wird insbesondere auf den Betrieb von raumluftechnischen (RLT) Anlagen fokussiert, da sich diese im Rahmen der Exploration als besonders häufige Fehlerquelle herausgestellt haben. Die Ursache dafür liegt unter anderem in komplexen Schnittstellen zu den anderen Gewerken, welche aufgrund der umfangreichen thermodynamischen Prozesse wie heizen, kühlen, entfeuchten, befeuchten und Luftförderung sowie deren gesamte Automation in RLT-Anlagen ablaufen [Fisch et al. 2007; Réhault et al. 2014;

Schulz et al. 2017; Auer et al. 2020). Durch die Anwendung des Modells wurden in zwei Nicht-Wohngebäuden zahlreiche fehlerhafte Betriebszustände in der Gebäudetechnik identifiziert, welche die Grundlage für den darauf aufbauenden Simulationsblock bilden.

Im Bereich der thermisch-dynamischen Gebäudesimulationen werden in einem ersten Schritt neben den identifizierten Betriebsfehlern auch der Einfluss des NutzerInnenverhaltens sowie unsichere Randbedingungen in der technischen Gebäudeausrüstung (TGA) und bauliche Faktoren anhand eines generischen Gebäudesimulationsmodells abgebildet. Diese Einflussfaktoren führen dazu, dass gebäudetechnische Systeme eine Vielzahl an unterschiedlichen Betriebszuständen einnehmen und diese Variablen sich in einem Wertebereich bewegen beziehungsweise nicht als statisch zu betrachten sind. Um diese Dynamik und die statistische Variation unterschiedlicher Input-Parameter infolge unsicherer Randbedingungen untersuchen zu können, werden Monte-Carlo-Simulationen (MCS) durchgeführt. In Kombination mit Unsicherheits- (UA) und Sensitivitätsanalysen (SA) werden durch Monte-Carlo-Simulationen die Veränderungen und Auswirkungen auf den Energiebedarf („Energy Performance Gap“) und thermischen Komfort („Comfort Performance Gap“) quantifiziert. Darüber hinaus können durch den gewählten Forschungsansatz an dieser Stelle die einflussreichsten Input-Parameter und relevante Stellschrauben in Bezug auf Betriebsfehler, NutzerInnenverhalten und Gebäudetechnik abgeleitet werden.

Dieser Auswahlprozess ermöglicht in einem nächsten Schritt die simulationstechnische Untersuchung von Performance Gaps zweier realer Untersuchungsgebäude im Kontext von Hightech- sowie Lowtech-Ansätzen. Durch diesen mehrstufigen Simulationsprozess können nun detailgenau die Parameter mit dem größten Einfluss auf den Gebäudebetrieb weiterführend untersucht werden. Die unsicheren Randbedingungen des NutzerInnenverhaltens werden in diesem Abschnitt auf Basis der Auswertungen des Partner-Forschungsprojektes „Nutzerkomfort durch Lowtech-Konzepte in Gebäuden“ (Aktenzeichen: 10.08.17.7-19.44) (Lipp et al. 2022) in das Simulationsmodell implementiert. Darüber hinaus fließen in die simulationstechnischen Untersuchungen neben den Betriebsfehlern der Gebäudetechnik und dem unerwarteten NutzerInnenverhalten auch die Aspekte zukünftiger klimatischer Veränderungen durch Prognose-Wetterdatensätze (Zukunfts-Testreferenzjahre TRY des Deutschen Wetterdienstes DWD) mit ein.

Abschließend werden für die jeweiligen Gebäude die Lebenszykluskosten berechnet, um dadurch auch eine wirtschaftliche beziehungsweise gesamtheitliche Betrachtungsweise zu ermöglichen. Dementsprechend konnte durch den implementierten Forschungsansatz die Grundlage geschaffen werden, um Potenziale und Möglichkeiten für robuste, nutzerfreundliche und kostengünstige TGA in Gebäuden abzuleiten.

Durchführung von Feldstudien und Untersuchungen

Erkennung und Identifikation von Betriebsfehlern in gebäudetechnischen Anlagen

Auf Basis der bereitgestellten Automationsdaten konnten in den Demonstrationsgebäuden zahlreiche Unregelmäßigkeiten und Probleme im Betrieb von RLT-Anlagen markiert werden. Dabei lassen sich die Betriebsfehler in vier übergeordnete Fehlerkategorien einteilen: „Sollwerte“, „Abhängigkeiten und Zusammenspiel“, „Leistungen“ und „Betriebszeiten“. Insbesondere in der Kategorie der „Sollwerte“ können Betriebsfehler aus dem Über- beziehungsweise Unterschreiten von definierten Grenz- und Schwellenwerten resultieren. Beispielsweise konnte der Betriebsfehler „Überschreitung der maximalen Temperaturdifferenz zwischen Zuluft und Raumlufte (Abluft)“ in der Kategorie „Sollwerte“ anhand von sechs RLT-Anlagen getestet und auch in allen Fällen nachgewiesen werden. Die am häufigsten und am längsten aufgetretenen Betriebsfehler sind insbesondere in der Kategorie „Sollwerte“ zu finden, wie zum Beispiel „Überschreitung maximaler Temperaturdifferenz Zuluft / Raumlufte (Abluft)“ (6/6 Anlagen; 54,9 % Häufigkeit während Betriebszeit), „Zulufttemperatur-Unterschreitung“ (6/6; 44,3 %), „Zulufttemperatur-Überschreitung“ (6/6; 21,8 %), „Unterschreitung mindestens Sollwert Zulufttemperaturbegrenzung“ (4/6; 29,1 %) oder im Bereich der „Betriebszeit“ der Betriebsfehler „Überschreitung definierte Betriebs-/Laufzeit“ (3/6; 28,2 %).

Im weiteren Verlauf dieses Forschungsvorhabens wird die Fehlercharakteristik der identifizierten Betriebsfehler in den Simulationsbereich übertragen, um dort weiterführend die Auswirkungen von Betriebsfehlern hinsichtlich Energiebedarf („Energy Performance Gap“) und thermischen Komforts („Comfort Performance Gap“) zu untersuchen.

Gebäudesimulationen und Parameterstudien Generisches Gebäudemodell

Um den Einfluss und die Auswirkungen von „Technical“ bzw. „User/Usage Gaps“ sowie weitere unsichere Randbedingungen auf den Energiebedarf und thermischen Komfort untersuchen zu können, wird ein generisches Gebäude- und Anlagen-Simulationsmodell aufgebaut. Das definierte Gebäudemodell bildet ein für Deutschland möglichst typisches und repräsentatives Bürogebäude ab, in welches eine Vielzahl an Eingangsgrößen implementiert wird. Zur besseren Übersichtlichkeit der umfangreichen Betrachtungen aller Inputs werden drei Parametergruppen A/B/C definiert (ausführliche Auflistung aller Eingangsgrößen und Beschreibungen der Wahrscheinlichkeitsverteilungen befinden sich im Forschungsbericht):

- Parametergruppe A: Betriebsfehler (inkl. Bedien- und NutzerInnenfehlern)
- Parametergruppe B: konstruktive beziehungsweise bauphysikalische Faktoren und Sollwerte Raumkonditionierung
- Parametergruppe C: bauliche beziehungsweise Mess-, Steuerungs- und regelungstechnische (MSRT) Aspekte gebäudetechnischer Anlagen

Die Ergebnisse der Monte-Carlo-Simulationen werden anhand von drei unterschiedlichen Zielgrößen untersucht. Dadurch sollen singuläre Betrachtungsweisen vermieden und die Wechselwirkungen zwischen den verschiedenen Bereichen des Performance Gaps (Energie-Performance-Gap – Komfort-Performance-Gap) analysiert werden.

- Energie-Performance-Gap: Primärenergiebedarf (PEB) ($\text{kWh/m}^2\text{a}$)
- Komfort-Performance-Gap: Über- und Untertemperaturgradstunden (ÜTGS/ UTGS) (Kh/a) (in Anlehnung an Komfortband nach DIN EN 16798-1)

Die nachfolgende Abbildung 10 zeigt die statistische Auswertung der Monte-Carlo-Simulationen der Parametergruppen A/B/C für alle drei Zielgrößen anhand von Histogrammen und Boxplots.

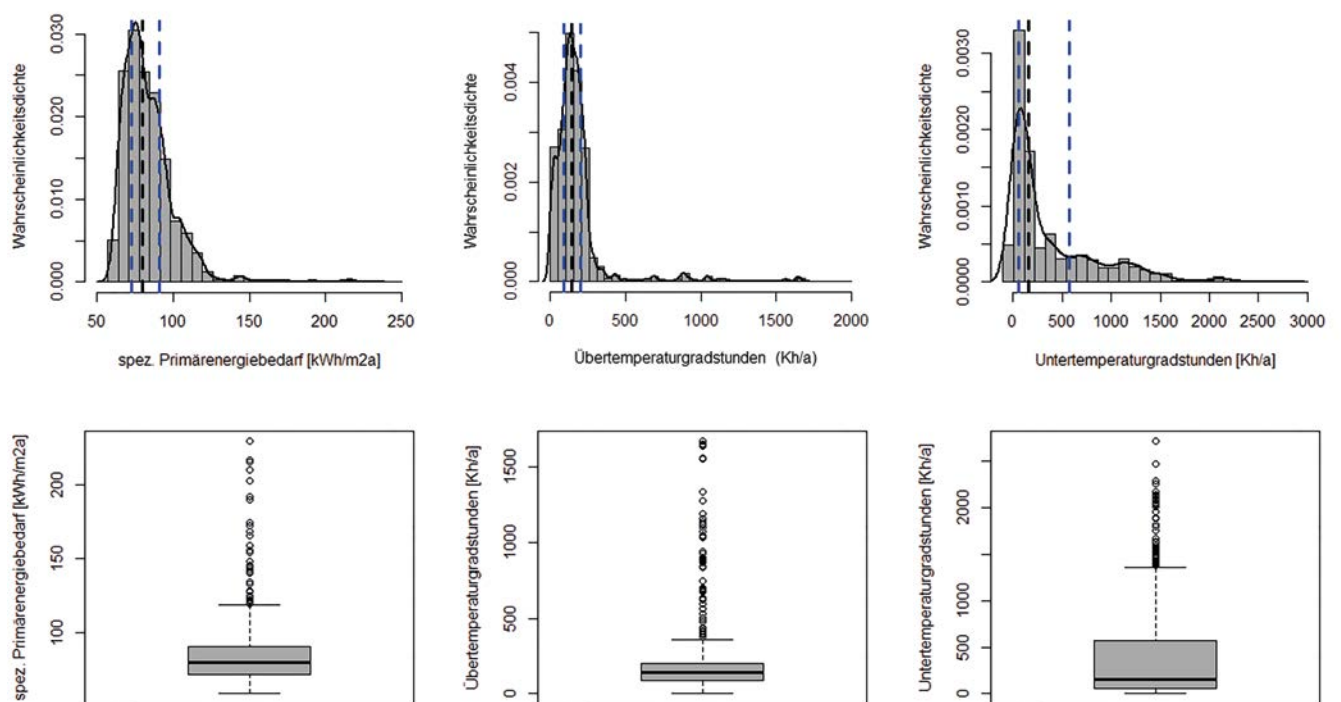


Abbildung 10: Histogramme und Boxplots der Parametergruppe A/B/C für alle drei Zielgrößen [Quelle: Lukas Lauss, TU München]

Bei allen drei Zielgrößen sind nur geringe Abweichungen der Standardabweichungen (blau gestrichelt) zu den Medianen (schwarz gestrichelt) feststellbar. Als Beispiel lassen sich hierfür die Werte des Primärenergiebedarfs mit den statistischen Kenngrößen Median ($80 \text{ kWh/m}^2\text{a}$), Standardabweichung ($18 \text{ kWh/m}^2\text{a}$) und Modellunsicherheit ($\pm 23 \%$) anführen. Die Werte für die ÜTGS liegen zum Großteil und mit hoher Wahrscheinlichkeit bei einem unkritischen Niveau zwischen 88 Kh/a (erstes Quartil) bis 200 Kh/a (drittes Quartil), können jedoch infolge ungünstiger Parameterkombinationen bis auf circa 1.700 Kh/a ansteigen. Die Ausprägung der UTGS zeigt ein ähnliches

Bild, jedoch ist der Abstand zwischen den Quartilen ein deutlich größerer (Interquartilsabstand: ÜTGS 112 Kh/a; UTGS 518 Kh/a), was sich auch in einer erhöhten Modellunsicherheit niederschlägt.

Die Input-Parameter mit dem größten Einfluss auf die Zielfunktionen sind der nachstehenden Tabelle 2 zu entnehmen. Um den gesamten Einfluss der sensitivsten Eingangsgrößen zu quantifizieren werden die Totaleffekte von Rang eins bis drei für jede Zielgröße addiert, und daraus ergeben sich für den Primärenergiebedarf 87 %, für die Übertemperaturgradstunden 98 % und für die Untertemperaturgradstunden 95 %. Somit kann nahezu die gesamte Unsicherheit in den Modelloutputs der einzelnen Zielgrößen durch die drei einflussreichsten Parameter beschrieben werden.

RANG	INPUT-PARAMETER	TOTALEFFEKTE
PRIMÄRENERGIEBEDARF (kWh/m²a)		
#1	Minimaler Raumlufthtemperatur-Sollwert (Heizung)	0,37
#2	Maximaler Raumlufthtemperatur-Sollwert (Kühlung)	0,33
#3	Regelung Sonnenschutz	0,17
ÜBERTEMPERATURGRADSTUNDEN [Kh/a]		
#1	Maximaler Raumlufthtemperatur-Sollwert (Kühlung)	0,89
#2	Regelung Sonnenschutz	0,07
#3	Anzahl Personen (inkl. Arbeitsgeräten)	0,02
UNTERTEMPERATURGRADSTUNDEN [Kh/a]		
#1	Minimaler Raumlufthtemperatur-Sollwert (Heizung)	0,86
#2	Regelung Sonnenschutz	0,05
#3	Fensteröffnungszeit	0,04

Tabelle 2: Zusammenfassung der einflussreichsten Faktoren der spezifischen SA der Parametergruppen A, B und C

Diese Ergebnisse und Erkenntnisse dienen nun als Grundlage für die weiterführenden simulationstechnischen Untersuchungen im Kontext von realen Untersuchungsgebäuden. Dementsprechend werden in weiterer Folge jene Betriebs-, Bedien- und NutzerInnenfehler weiterführend untersucht, die auf Basis der Totaleffekte die ersten drei Plätze für die jeweilige Zielgröße belegt haben: minimaler Raumlufthtemperatur-Sollwert (Heizung), maximaler Raumlufthtemperatur-Sollwert (Kühlung), Regelung Sonnenschutz, Anzahl Personen (inkl. Arbeitsgeräten) und Fensteröffnungszeit.

Gebäudesimulationen und Parameterstudien Reale Untersuchungsgebäude im Kontext von Lowtech und Hightech

In diesem Abschnitt werden die Ergebnisse der Unsicherheits- und Sensitivitätsanalysen auf Basis der Monte-Carlo-Simulationen für die beiden Untersuchungsgebäude dargestellt. Dabei werden die Ergebnisse anhand des Energie-Performance-Gaps mit der Zielgröße Endenergiebedarf für Heizen (und Kühlen bei Hightechgebäude) sowie des Komfort-Performance-Gaps mit den Zielgrößen Über- und Untertemperaturgradstunden beschrieben. Für die Auswertungen zum thermischen Komfort werden aus Gründen der Vergleichbarkeit Süd-orientierte Zonen, die sich in mittleren Geschossen befinden und dementsprechend nach oben (Decke) und unten (Fußboden) adiabatisch sind, gewählt.

Eine der wesentlichen Schnittstellen zwischen den beiden Forschungsprojekten „Robuste, nutzerfreundliche und kostengünstige TGA in Gebäuden“ und „Nutzerkomfort durch Lowtech-Konzepte in Gebäuden“ (Kapitel 3) bilden die Umfragen zum Nutzerverhalten. Auf Basis der ausgewerteten Fragebögen und deren Ergebnisse in Form von statistischen Kenngrößen können Wahrscheinlichkeitsdichtefunktionen abgeleitet und diese wiederum als Input für die Monte-Carlo-Simulationen verwendet werden. Hierfür wurden jene fünf Parameter, die sich in den Untersuchungen mit dem generischen Gebäudemodell als besonders sensitiv herausgestellt haben, in die Fragebögen integriert und anschließend in die Simulationen implementiert.

Die Simulationsergebnisse in den nachfolgenden Abbildungen 11 und 12 zeigen, dass sich der Endenergiebedarf für die Heizung beim Lowtech-Gebäude um circa 15 % gegenüber der Punktsimulation und durchschnittlich pro Kelvin Temperaturerhöhung um 5 % (DWD TRY 2015) bzw. 7 % (DWD TRY 2045) erhöht. Im Gegensatz dazu bewirken die Veränderungen des Sollwerts für das Heizen beim High-Tech Gebäude deutlich größere Auswirkungen und führen zu einem verstärkten Energie-Performance-Gap. Hierbei wurde ein durchschnittlicher endenergetischer Mehrverbrauch von 13 % (DWD TRY 2015) beziehungsweise 14 % (DWD TRY 2045) pro Kelvin Temperaturzunahme berechnet; gegenüber der Punktsimulation entsteht somit im Extremfall ein bis zu 40 % höherer Heiz-Endenergiebedarf. Durch die Variation des Sollwerts für die Kühlung konnte beim Hightech-Gebäude ein erhöhter endenergetischer Kühlbedarf von durchschnittlich 14 % (DWD TRY 2015) beziehungsweise 12 % (DWD TRY 2045) je Kelvin Temperaturabnahme quantifiziert werden. Durch die Berechnung dieser spezifischen Kennzahlen könnte abgeleitet werden, dass sich im Rahmen dieses Projektes Lowtech-Gebäude im Hinblick auf Temperaturanpassungen für Heizzwecke durch NutzerInnen robuster als Hightech-Gebäude darstellen. Jedoch muss in diesem Zusammenhang auf die unterschiedlichen Referenzwerte der Energiebedarfe hingewiesen werden: Der geringere Heizungs-Endenergiebedarf des Hightech-Gebäudes, aufgrund des verbesserten Energiestandards, führt zu einem vergrößerten relativen Einfluss von stochastischen Schwankungen beziehungsweise Unsicherheiten. Nichtsdestotrotz ist diese Erkenntnis in erster Linie auf die Wechselwirkung zwischen den statischen Heizflächen (Heizkörper / Radiatoren) und der RLT-Anlage zurückzuführen. Infolge der ablufttemperaturabhängigen Zulufttemperaturregelung steigt bei erhöh-

ten Heiz-Sollwerten auch der Wärmebedarf für die RLT-Anlage durch die Konditionierung des Zuluftvolumenstroms. Die Öffnung der Fenster kann mit einem erhöhten Endenergiebedarf für Wärme von bis zu 10 % für das Lowtech und bis zu 25 % für das Hightech-Gebäude beziffert werden. Dadurch wird mit dem nächsten Indikator unterstrichen, dass das Lowtech-Gebäude im Hinblick auf die Robustheit im Zusammenhang mit dem Energie-Performance-Gap besser funktioniert als jenes mit dem Hightech-Ansatz.

In den Ergebnisdarstellungen werden aus Gründen der Lesbarkeit und Überschaubarkeit folgende Abkürzungen beziehungsweise Indexe in Anlehnung an die DIN EN 15232 für die Input-Parameter eingeführt (Lowtech-Gebäude: Abkürzung „KRA“, Hightech-Gebäude: Abkürzung „RPU“):

- Index: 400/Input-Parameter: Punktsimulation/Wertebereich: –
- 111/min. Raumlufttemperatur-Sollwert/20 – 24°C (Punktsimulation: 21°C)
- 114/max. Raumlufttemperatur-Sollwert/24 – 28°C (Punktsimulation: 24°C)
- 611/Regelung Sonnenschutz/dauerhaft geschlossen (minimaler Grenzbestrahlungsstärke) – dauerhaft geöffnet (maximaler Grenzbestrahlungsstärke) (Punktsimulation: 200 W/m²)
- 811/Anzahl Personen/1–3 (KRA) bzw. 1–5 (RPU) (Punktsimulation: KRA: 1 Person; RPU: 2 Personen)
- 823/Fensteröffnungszeit/dauerhaft geschlossen – dauerhaft geöffnet (Punktsimulation: ideale NutzerInnen als Funktion des Komfortbandes nach DIN EN 16798-1)

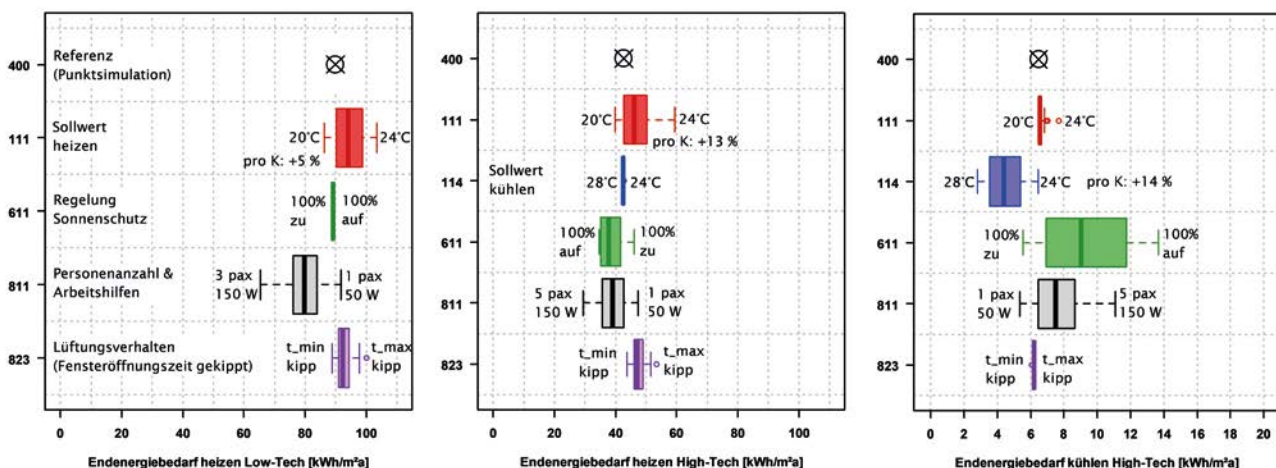


Abbildung 11: Boxplots Lowtech und Hightech-Gebäude mit Zielgrößen für Energie-Performance-Gap (DWD TRY 2015) [Quelle: Lukas Lauss, TU München]

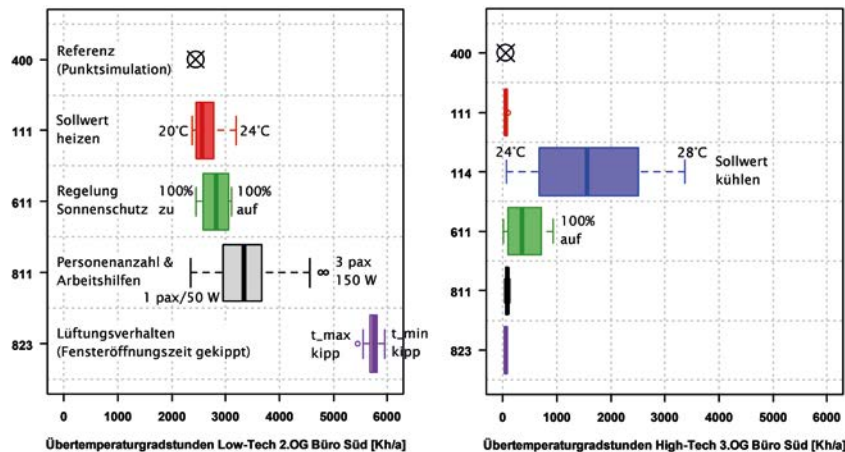


Abbildung 12: Boxplots Lowtech- und Hightech-Gebäude mit Zielgrößen für Komfort-Performance-Gap (DWD TRY 2015) [Quelle: Lukas Lauss, TU München]

Analyse der Lebenszykluskosten

Neben den dynamisch-thermischen Gebäude- und Anlagensimulationen zur Quantifizierung des Energiebedarfs während der Betriebsphase beider Gebäude werden auch die Kosten über den gesamten Lebenszyklus (LCC) der beiden Untersuchungsobjekte untersucht. Die Energiekosten eines Gebäudes sind ein Hauptbestandteil der Lebenszykluskosten, jedoch dürfen Herstellungskosten, Ersatzinvestitionen, regelmäßige Instandsetzungs-, Inspektions- und Wartungskosten nicht vernachlässigt werden. Somit ergeben sich folgende spezifischen kumulierten Betriebskosten des Lowtech (Index „KRA“) und Hightech (Index „RPU“) Gebäudes über einen Zeitraum von 50 Jahren. Die zu erwartenden regelmäßigen Kosten und Ersatzinvestitionen beim Hightech-Gebäude sind um ein Vielfaches höher als beim Lowtech-Gebäude. Dies liegt an den zusätzlichen TGA-Komponenten, welche zusätzlich nach der überschrittenen Nutzungsdauer ersetzt werden müssen. Wie in nachfolgender Abbildung 13 ersichtlich, ist bei der Berechnung mit Bedarfswerten (EnEV-Berechnungen [EnEV = Energieeinsparverordnung]) das Lowtech-Gebäude gegenüber dem Hightech- um circa 650 €/m² günstiger. Bei den Ergebnissen aus dem simulierten Energiebedarf ist der Lowtech-Ansatz nur 30 €/m² günstiger. Trotz der höheren Energiekosten des Lowtech-Gebäudes sind die Gesamtkosten günstiger als die im Hightech-. Grund dafür sind die höheren kumulierten Kosten aus Ersatzinvestitionen, regelmäßige Instandsetzungs-, Inspektions- und Wartungskosten der komplexeren und umfangreicheren TGA des Hightech-Gebäudes. Die Betriebskosten im Lowtech-Gebäude mit dem tatsächlichen Energieverbrauch sind am höchsten; da keine Verbrauchswerte des Hightech-Gebäudes verfügbar sind, kann in diesem Kontext keine final bevorzugte Variante beziehungsweise kein Gebäudetechnikstandard aus den untersuchten Varianten abgeleitet werden. Auf Basis der Bedarfswerte und Simulationsergebnisse lässt sich jedoch festhalten, dass sich das Lowtech-Gebäude gegenüber dem Hightech- beim Vergleich der Lebenszykluskosten als vorteilhafter darstellt.

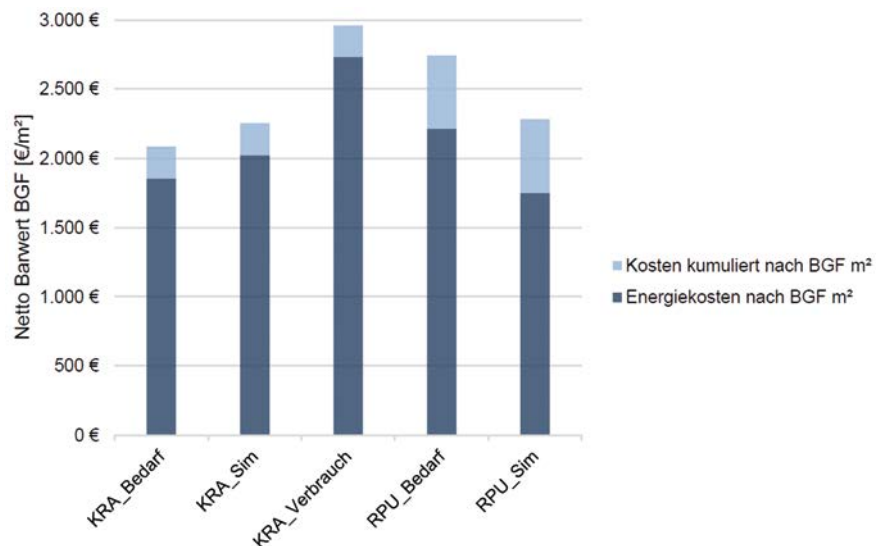


Abbildung 13: Betriebskosten pro Quadratmeter Bruttogrundfläche (BGF) für beide Untersuchungsgebäude in Abhängigkeit unterschiedlicher Berechnungsgrundlagen
[Quelle: Lukas Lauss, TU München]

Fazit

Die durchgeführten Untersuchungen zeigten, dass ohne entsprechende Werkzeuge zur energetischen Qualitätssicherung im Gebäudebetrieb fehlerhafte Betriebszustände oft unerkannt bleiben und somit Performance Gaps verursachen. Das entwickelte Modell zur Fehlerkennung in gebäudetechnischen Anlagen soll dabei helfen, Performance Gaps in Gebäuden zu identifizieren.

Durch die Unsicherheits- und Sensitivitätsanalysen anhand eines generischen Gebäudemodells konnte festgestellt werden, dass Betriebs-, Bedien- und NutzerInnenfehler zu einem hohen energetischen Mehrverbrauch führen und sich die Zielgrößen (Energiebedarfe, Über- und Untertemperaturgradstunden) stark erhöhen. Bei ungünstigen Parameterkombinationen beziffert sich der Anstieg des Primärenergiebedarfs um den Faktor 2,5 gegenüber dem Median. Durch die Sensitivitätsanalysen konnte festgestellt werden, dass der energetische Mehrverbrauch vorrangig auf NutzerInnenfehler (min. Raumlufttemperatur-Sollwert, max. Raumlufttemperatur-Sollwert, Regelung Sonnenschutz, Anzahl Personen inkl. Arbeitsgeräten, Fensteröffnungszeit) zurückzuführen ist und hierbei der Heiz-Sollwert einen etwas größeren Einfluss als der Raumlufttemperatur-Sollwert zur Kühlung hat (siehe Tabelle 2). Anhand der Simulationsergebnisse des generischen Gebäudemodells ist also festzuhalten, dass sich grundsätzlich die NutzerInnenverhalten stärker auf alle drei Zielgrößen auswirken als die abgebildeten Betriebsfehler in der Gebäudetechnik.

Aufbauend auf den Untersuchungen mit generischem Gebäudemodell wurde im nächsten Schritt die simulationstechnische Analyse von Performance Gaps zweier

realer Untersuchungsgebäude im Kontext von Hightech- und Lowtech-Ansätzen durchgeführt. In diesen Untersuchungen hat sich ebenso gezeigt, dass unabhängig vom Gebäudetyp die Variation der Energiebedarfe (Primär- und Endenergiebedarf) am stärksten von NutzerInnenverhalten in Bezug auf die Personenanzahl und deren zugehöriger Arbeitshilfen („User/Usage Gap“) abhängig ist. Diese unsicheren Randbedingungen können zu einem erhöhten Primärenergiebedarf von circa 50 % im Vergleich zur Punktsimulation führen.

Der Gebäudesektor soll sich, der deutschen Bundesregierung zufolge, bis 2045 zu einem klimaneutralen Gebäudebestand transformieren. Um dieses Klimaziel zu erreichen, braucht es den Grundsatz, dass der korrekte und fehlerfreie Gebäudebetrieb durch robuste Anlagentechnik sichergestellt wird. Das bedeutet, dass Gebäude in der Betriebsphase robust (vgl. stabil, fehlertolerant, widerstandsfähig) gegenüber Betriebsfehlern, NutzerInnenfehlerverhalten und Klimawandel sein müssen. Um Ursachen für Performance Gaps vorzubeugen, sollten dementsprechend Technik-reduzierte („lower tech than usual“) Konzepte umgesetzt und energetische Qualitätssicherungsmaßnahmen im Gebäude- und Anlagenbetrieb eingesetzt werden. Dadurch können Fehlerpotenziale minimiert und fehlerhafte Betriebszustände aufgezeigt beziehungsweise Betriebsfehler identifiziert werden. Resultierend können energetische Mehrverbräuche und folglich erhöhte CO₂-Emissionen sowie negative Auswirkungen auf den NutzerInnenkomfort verhindert werden.

Literatur

Auer; Lauss et al., 2020: Auer, T.; Lauss, L.; Heissler, M.; Maderspacher, J.; Reiß D., Mehner, J.; Rumpe, B.; Stüber, S.; Hannen, M.; Plesser, S.; Pinkernell, C.; Kröker, A.; Gentemann, R. Big: Data in der Gebäudeautomation. Forschungsbericht, Lehrstuhl für Gebäudetechnologie und klimagerechtes Bauen, Technische Universität München, 2020. <https://mediatum.ub.tum.de/1546757>
doi:10.14459/2020md1546757

Dena, 2022: Deutsche Energie-Agentur GmbH. Keine Energiewende ohne Wärmewende. Online, 2022. <https://www.dena.de/themen-projekte/energieeffizienz/gebaeude/>

Fisch; Plesser et al., 2007: Fisch, N.; Plesser, S.; Bremer, C. EVA. Evaluierung von Energiekonzepten für Bürogebäude. Forschungsbericht, Institut für Gebäude und Solartechnik, Technische Universität Braunschweig, 2007.

Lipp, Muñoz-Czerny et al., 2022: Lipp, B.; Muñoz-Czerny, U.; Zelger, T.; Bell, D.; Gruber, E.; Huber, M.: Nutzerkomfort durch low-tech Konzepte in Gebäuden. Forschungsprojekt, Österreichisches Institut für Bauen und Ökologie IBO. Wien, 2022.

Réhault; Lichtenberg et al., 2014: Réhault, N.; Lichtenberg, G.; Schmidt, F., et al. ModQS – Modellbasierte Qualitätssicherung des energetischen Gebäudebetriebs. Forschungsbericht. Fraunhofer-Institut für Solare Energiesysteme ISE, Freiburg. 2014.

Schulz; Knodt et al., 2017: Schulz, D.; Knodt, D.; Konietzny, S.; et al. MONALisa – Automatisiertes MONitoring, Alarming und Visualisieren von Sensordaten der technischen Gebäudeausrüstung zur Erschließung niedrig investiver Energieeinsparpotentiale. Forschungsbericht. Fraunhofer-Institut für intelligente Analyse- und Informationssysteme IAIS, Stuttgart, 2017.

UBA, 2022: Umweltbundesamt UBA. Energiesparende Gebäude. Online, 2022. Verfügbar unter: <https://www.umweltbundesamt.de/themen/klima-energie/energiesparen/energiesparende-gebäude#eigentümer>

VDI Ressourceneffizienz, 2022:1 Verein Deutscher Ingenieure VDI, Zentrum Ressourceneffizienz. Ressourceneffizienz im Bauwesen. Online, 2022. Verfügbar unter: <https://www.ressource-deutschland.de/themen/bauwesen/>



5 einfach bauen

Florian Nagler

Wirklich besorgt über die zunehmende Komplexität im Bauwesen, die wir bei sehr anspruchsvollen Projekten, wie beispielsweise dem Schmuttertalgymnasium in Diedorf bei Augsburg, „am eigenen Leibe erfahren“ haben, und angeregt von Beispielen von Kollegen, die ähnlich leidvolle Erfahrungen gemacht haben und nach Alternativen suchen, wie dem Gebäude 2226 von Baumschlager Eberle in Lustenau, haben wir an der Technischen Universität München ein Forschungsprojekt – „einfach bauen“ – initiiert, das sich mit der Fragestellung beschäftigt, ob es nicht möglich ist, wieder einfacher zu bauen, als wir dies zuletzt getan haben. Dabei hat uns auch die Fragestellung interessiert, ob auf die Anforderungen unserer Zeit nur mit immer mehr und immer komplexerer Technik reagiert werden kann. Ziel des Forschungsprojekts sollte sein, eine Grundlage zu schaffen, um einfache robuste Gebäude entwickeln zu können und die Komplexität dadurch zu reduzieren, dass beispielsweise nur einschalige beziehungsweise monolithische oder einstoffliche Konstruktionen verwendet werden. Um eine möglichst große Relevanz unserer Untersuchungen zu erreichen, haben wir die drei gängigsten Materialien des aktuellen Baugeschehens ausgewählt und zum Gegenstand unserer Untersuchungen gemacht: Holz, Beton und Ziegel. Für das von „Zukunft Bau“ geförderte Forschungsprojekt haben wir gemeinsam mit unseren Kollegen an der TU München zunächst auf Raumebene eine Reihe von Simulationen durchgeführt, um einen üblichen Wohnraum mit 18 m² Größe zu optimieren. Untersucht haben wir dabei die drei unterschiedlichen Materialien, verschiedene Geometrien, Raumhöhen, Fenstergrößen, Glasqualitäten und auch die Orientierung nach den Himmelsrichtungen. Mit 2.605 Einzelraumsimulationen haben wir für jeden Raum über den Lauf eines



Abbildung 14: Forschungsprojekt „einfach bauen“, Fassadenmockups [Quelle: Schelz, Lanz, PK Odessa]

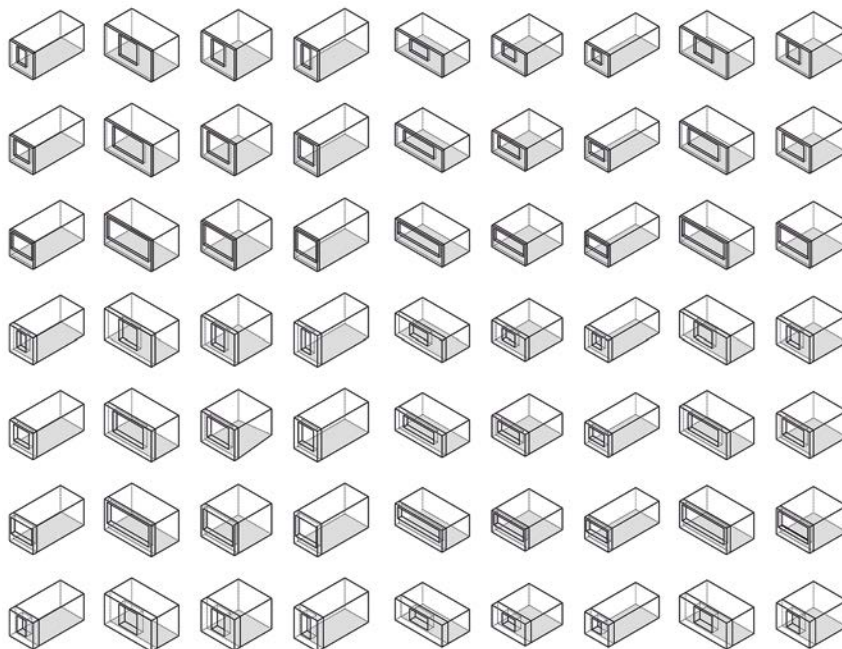


Abbildung 15: Forschungsprojekt „einfach bauen“, Einzelraumsimulationen [Quelle: Schelz, Lanz, PK Odessa]

Referenzjahres das Verhalten bezüglich Wärmeschutz im Sommer und Energiebedarf im Winter ermittelt, wobei bei allen Varianten auf einen außen liegenden Sonnenschutz verzichtet wurde, aber bei den umfassenden Raumwänden die unterschiedliche Speicherkapazität der eingesetzten (massiven) Materialien berücksichtigt wurde. Das Ergebnis hat uns nicht wirklich überrascht, sondern eher darin bestätigt, auf diesem Wege weiterzugehen: Unabhängig von der Materialität, den den Raum umgebenden Konstruktionen und auch der Orientierung der Räume haben im Hinblick auf den Heizenergieverbrauch, aber auch die Zahl der sommerlichen Überhitzungsstunden die Räume am besten funktioniert, die 3 m breit, 6 m tief, über 3 m hoch waren und ein angemessen großes beziehungsweise kleines Fenster hatten, das in der Mitte des Raumes einen Tageslichtquotienten von mindestens 2 % gewährleisten konnte: also Räume, wie sie üblicherweise in klassischen Altbauwohnungen vorkommen ...

Mitbetrachtet haben wir im Rahmen des Forschungsprojekts auch die graue Energie, die unsere Häuser über eine Lebensdauer von 100 Jahren verbrauchen. Die von uns konzipierten robusten Häuser, die mit minimalem technischen Einsatz (die Heizung erfolgt über statische Heizkörper, der Mindestluftwechsel wird über Fensterfalzlüfter und die innen liegenden Bäder, die mechanisch belüftet sind, gewährleistet) auskommen und es verzeihen, wenn der Bewohner das Fenster mal länger auflässt als unbedingt notwendig, haben über eine Lebensdauer von 100 Jahren eine bessere graue Energiebilanz als ein konventionell gebautes Haus oder ein Niedrigenergiegebäude, auch wenn wir mit unseren Häusern die aktuellen Anforderungen der EnEV nur knapp

einhalten und nicht übererfüllen. Wir wollten es nicht mit der theoretischen Erkenntnis des Forschungsprojekts bewenden lassen und haben nach einem Bauherren gesucht, der bereit ist, mit uns gemeinsam die Ergebnisse des Forschungsprojekts anhand eines konkreten Bauprojekts umzusetzen und im Anschluss während der Nutzung das tatsächliche Verhalten der Gebäude und seiner Bewohner auch zu beobachten und zu bewerten. Gefunden haben wir diesen Partner in der B&O-Gruppe aus Bad Aibling, die mit uns gemeinsam auf einem ehemaligen Kasernengelände drei Wohnhäuser mit jeweils acht Wohnungen errichteten. Für den Holzbau kommt eine Art dreilagiges Brettspertholz zur Ausführung, dessen Kernlage zusätzlich Luftkammern enthält (Wandstärke 30 cm, U-Wert $0,22 \text{ W/m}^2\text{K}$, Rohdichte 410 kg/m^3 , Druckfestigkeit 17 N/mm^2). Der Holzbau wird durch eine hinterlüftete Fassade aus Fichte geschützt. Der Dämmbeton, der unbewehrt ausgeführt wird (Wandstärke 50 cm, U-Wert $0,35 \text{ W/m}^2\text{K}$, Rohdichte 750 kg/m^3 , Druckfestigkeit 12 N/mm^2), erhält seine Dämmwirkung durch die Zugabe von Kügelchen aus Blähton und Blähglas, die jeweils Kies und Sand ersetzen. Das Mauerwerkshaus wird aus ungefüllten Hochlochziegeln errichtet (Wandstärke 42,5 cm, U-Wert $0,25 \text{ W/m}^2\text{K}$, Rohdichte 850 kg/m^3 , Druckfestigkeit $3,4 \text{ N/mm}^2$) und innen und außen nur einlagig verputzt. Der Deckenaufbau reduziert sich bei allen drei Gebäuden auf eine 30 cm starke Decke aus Stahlbeton, die lediglich mit einem Teppichboden (Schallschutz) belegt wird. Sowohl beim Dämmbeton als auch beim Mauerwerk stellte sich die Frage, wie man ohne die Verwendung von besonde-



Abbildung 16: Schmuttertalgymnasium Diedorf, Lüftungszentrale [Quelle: Schelz, Lanz, PK Odessa]

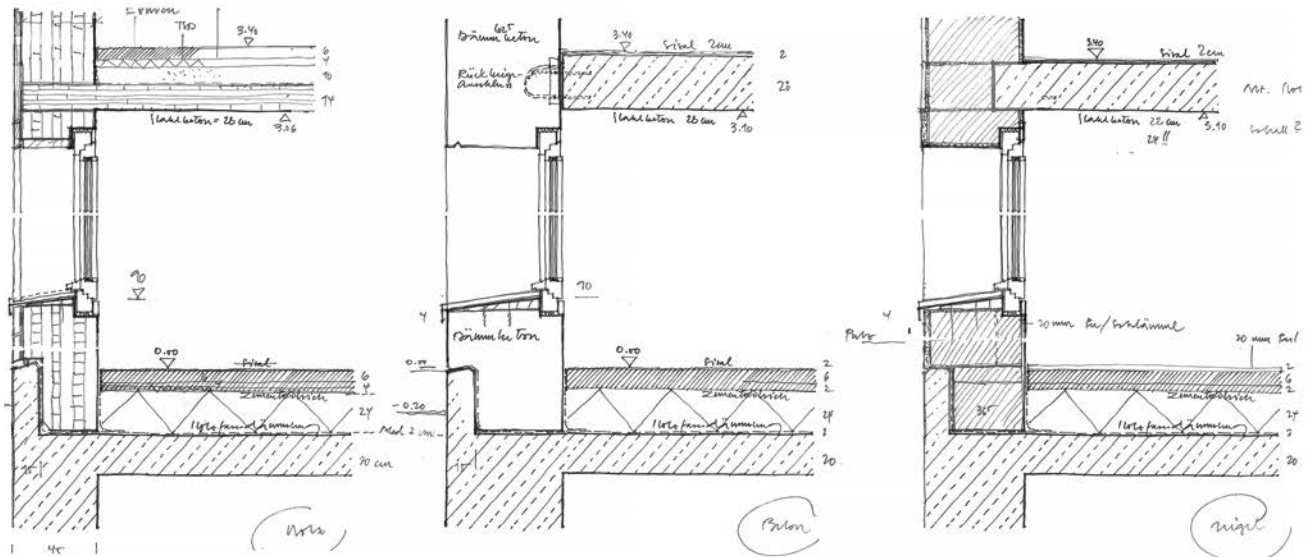


Abbildung 17: Forschungsprojekt „einfach bauen“, erste Skizzen zu einfachen Wand- und Deckenaufbauten [Quelle: Florian Nagler Architekten]



Abbildung 18: Forschungsprojekt „einfach bauen“, verwendete Materialien [Quelle: Schelz, Lanz, PK Odessa]



Abbildung 19: Forschungshäuser Bad Aibling, Innenraum „Betonhaus“ [Quelle: Schelz, Lanz, PK Odessa]



Abbildung 20: Forschungshäuser Bad Aibling, Innenraum „Holzhaus“ [Quelle: Schelz, Lanz, PK Odessa]



Abbildung 21: Forschungshäuser Bad Aibling, Details „Ziegelhaus“ [Quelle: Schelz, Lanz, PK Odessa]



Abbildung 22: Forschungshäuser Bad Aibling [Quelle: Schelz, Lanz, PK Odessa]

ren Sturzkonstruktionen die Öffnungen bei den Fenstern und Türen herstellen könnte. Hier hat der Rückgriff auf traditionelle Bogenkonstruktionen – Rundbogen beim Dämmbeton und Segmentbogen beim Mauerwerk – zur Lösung geführt. Bestandteil der architektonischen Beschäftigung mit der Reduktion der konstruktiven Mittel ist auch eine Rückbesinnung auf die Mittel der Architektur und deren konstruktive und konstituierende Elemente, wie Wände, Decken, Türen und Fenster, tiefe Leibungen, Vordächer etc., die sich über Jahrhunderte bewährt haben und es erlauben, mit Bezug zum regionalen Klima und zur regionalen Bautradition zu arbeiten.

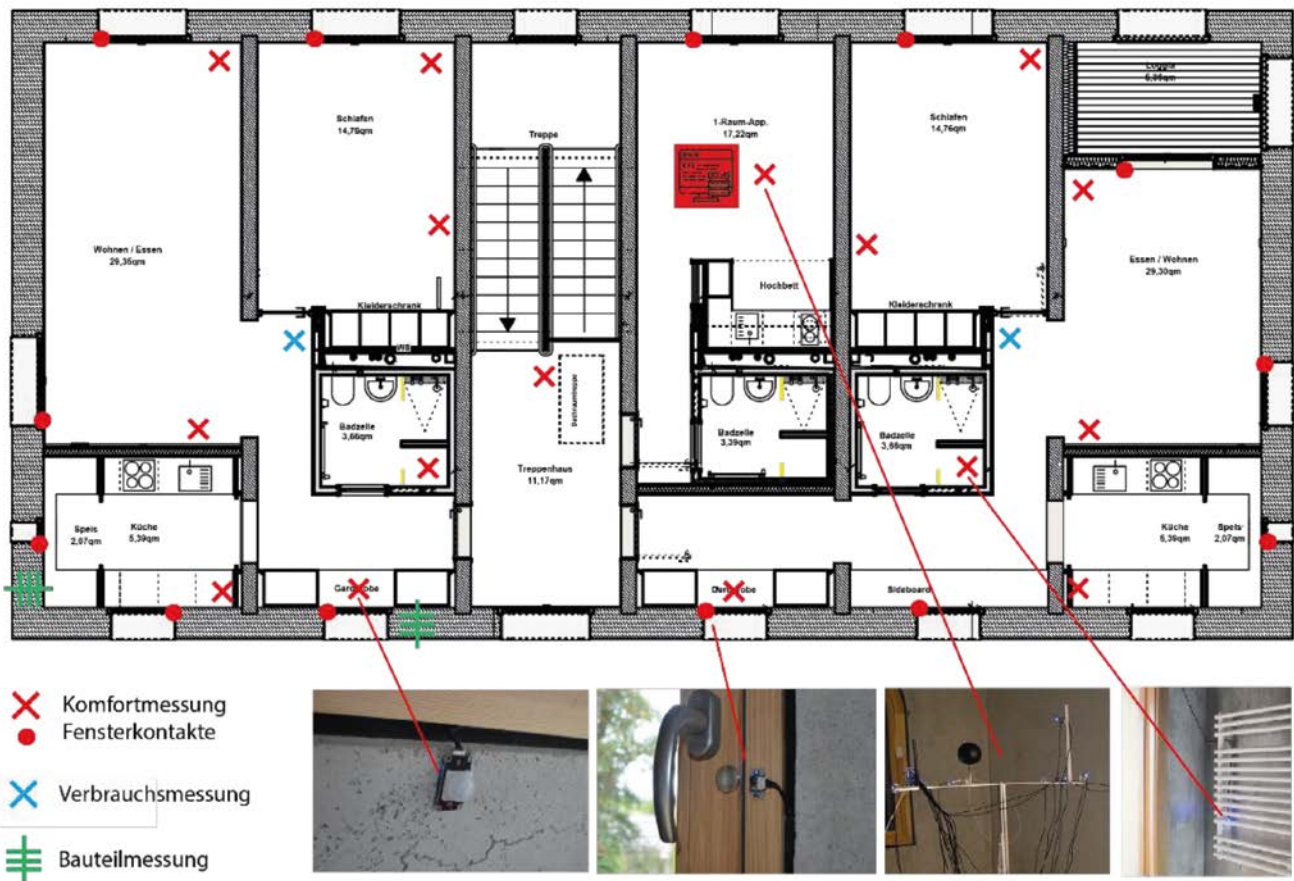


Abbildung 23: Forschungshäuser Bad Aibling, Monitoring [Quelle: Laura Franke]

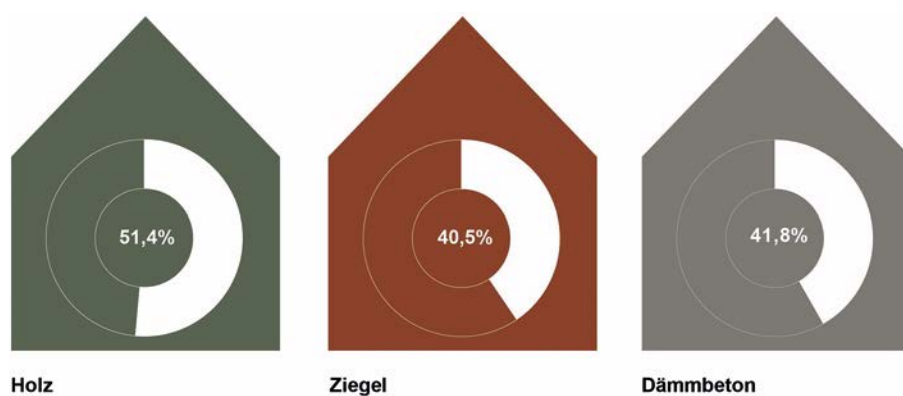
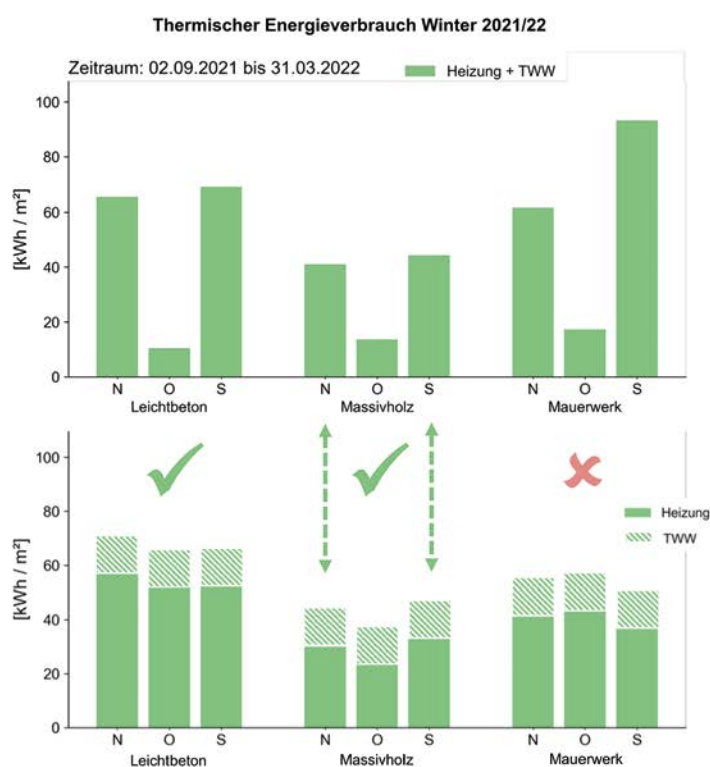


Abbildung 24: Forschungshäuser Bad Aibling, Beurteilung der Recyclingfähigkeit
[Quelle: Anja Rosen]



Messung

Performance Gap

Simulation

Abbildung 25: Forschungshäuser Bad Aibling, erste Messergebnisse [Quelle: Laura Franke]

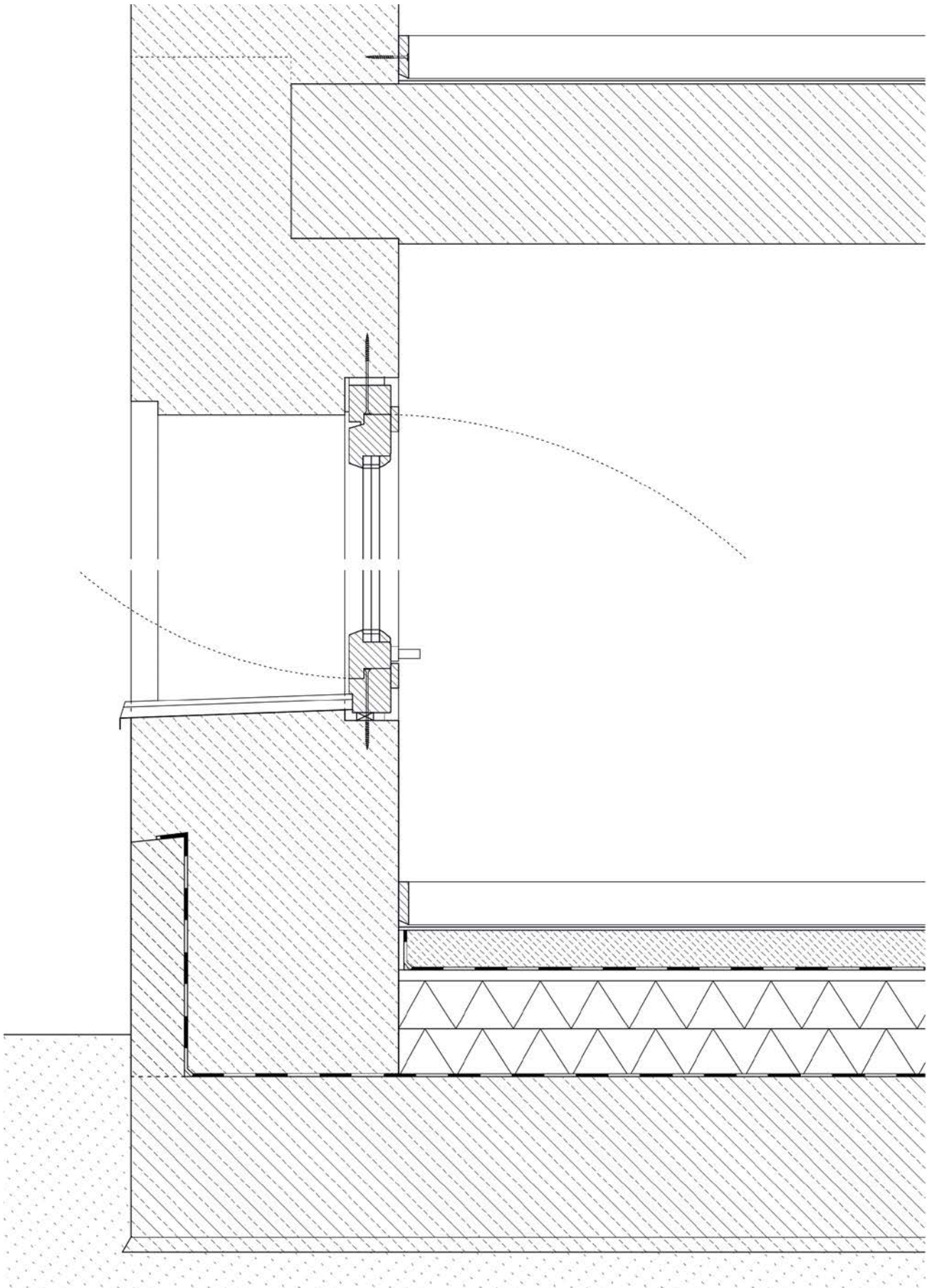


Abbildung 26: Forschungshäuser Bad Aibling, realisierte Details „Betonhaus“ [Quelle: Florian Nagler Architekten]

6 Look up – der Weg zum grünen Museum

Stefan Simon

Abstract

Der Klimawandel ist inzwischen endgültig in unseren Museen, Archiven und Bibliotheken angekommen. Er manifestiert sich beispielsweise in zunehmenden Risikoszenarien wie Starkwetterereignissen, aber auch im eigenen ökologischen Fußabdruck, der ihre ureigene Mission, die nachhaltige Bewahrung des kulturellen Erbes, zu unterlaufen droht. Kulturerbeeinrichtungen gehören, bezogen auf ihre Flächen, zu den größten Energieverbrauchern im urbanen Kontext. Neben der grauen Energie, die in Neubauten steckt, ist ein großes Hindernis auf dem Weg zu mehr Klimafreundlichkeit vor allem die übermäßige Klimatisierung, die sich traditionell eher an der technischen Machbarkeit als am konservatorisch Notwendigen ausrichtet. Die Sorge um die Umwelt aber ist eine natürliche Erweiterung einer der zentralen Aufgaben von Kulturerbeeinrichtungen, nämlich als Treuhänder und nachhaltige Verwalter ihrer Sammlungen für die Zukunft zu agieren. Für Museen, Archive und Bibliotheken ist es also höchste Zeit, „to look up“ und ihre Prioritäten neu auszurichten.

Einleitung

Es ist vierzig Jahre her, dass die UNESCO-Weltkonferenz MONDIACULT im Jahr 1982 erklärte, das Ziel der menschlichen Entwicklung könne nicht mehr „Produktion“ oder „Konsum“ sein, sondern vielmehr menschliches Wohlergehen. Es ist dreißig Jahre her, seit die Konferenz der Vereinten Nationen über Umwelt und Entwicklung (UNCED), der Weltgipfel von Rio de Janeiro, die UNFCCC ins Leben gerufen hat, um „gefährliche menschliche Eingriffe in das Klimasystem“ durch die Stabilisierung der atmosphärischen Treibhausgaskonzentrationen zu bekämpfen, und sieben Jahre, seit das Pariser Abkommen eine gesamtgesellschaftliche Anstrengung zur Bekämpfung der Klimakrise eingeleitet hat.

Der „IPCC-Sonderbericht über die globale Erwärmung von 1,5 °C“ (IPCC 2018) legt dar, dass während eine weitere globale Erwärmung um 1,5 °C schwere Schädigungen am Natur- und Kulturerbe verursachen wird, die Auswirkungen einer Erwärmung um 2 °C deutlich gravierender sein werden. Damit eine Begrenzung der globalen Erwärmung auf 1,5 °C gelingt, müssen die durch den Menschen erzeugten CO₂-Netto-Emissionen bis 2030 gegenüber 2010 um etwa 45 % fallen und 2050 den Netto-Nullpunkt – net zero – erreichen. Kommissionspräsidentin Ursula von der Leyen hat für die EU 2019 die Zielvorgabe einer Senkung von 55 % für die CO₂-Netto-Emissionen bis 2030 ausgegeben (European Commission, 2019).

Ambitioniertere Emissionsziele erhöhen darüber hinaus die internationale Gerechtigkeit (Peters et al. 2015), ein weiteres, essenzielles Desiderat der Klimabewegung. Schon heute behindert die Klimakrise Menschen auf der ganzen Welt in ihrem Recht auf Kultur und Wissenschaft. Es ist zu befürchten, dass sich diese Probleme weiter verschärfen werden (Jodoin/Lofts 2013).

Letztendlich wird es darauf ankommen, zu verstehen, dass all diese Prozesse in einem eng vernetzten System ablaufen, mit Auswirkungen auf das Kulturerbe und die weitere Gesellschaft, die sowohl schwierig einzuschätzen sind, als auch entsprechende Ressourcen benötigen, um in ausreichender Tiefe erforscht zu werden.

Trotz dieser Bemühungen sinken die Treibhausgasemissionen nicht im notwendigen Umfang, so sind sie in Deutschland nach Angabe des Umweltbundesamts 2021 gegenüber dem Vorjahr sogar um 4,5 Prozent gestiegen. Die so notwendige transformative Anpassung bleibt für viele eine ferne Perspektive. Der Generalsekretär der Vereinten Nationen António Guterres hat den Status quo als „vernichtende Anklage gegen eine gescheiterte Führung im Klimaschutz“ bezeichnet (UN News 2022).

Viele Wissenschaftler mahnen seit Langem an, dass wir schneller ins Handeln kommen müssen. In immer mehr Ländern sammeln sich Gruppen, die sich dafür einsetzen und immer häufiger zu zivilem Widerstand gegen eine Politik aufrufen, die sich der zunehmenden Zerstörung unserer Lebensgrundlagen zu unentschlossen und zu langsam entgegenstellt. In Deutschland haben 2019 DirektorInnen führender deutscher Kunstmuseen, unterstützt von Künstler*innen und Wissenschaftler*innen, in einem offenen Brief an die Bundesbeauftragte für Kultur und Medien (Monopol 2019) mehr Anstrengungen zur Bewältigung der klimapolitischen Herausforderungen gefordert – eine Initiative, die vom Land Berlin ausdrücklich begrüßt wurde (Wesener 2019). Eine der Kernforderungen war die Einrichtung „einer zentralen Taskforce, die sich einzig den klimapolitischen Herausforderungen in Museen und anderen öffentlichen Ausstellungshäusern widmet“. Eine Antwort aus dem Ministerium haben die Unterzeichner nie erhalten.

Klar ist, die Lösungen für die Klimakrise werden nicht in denselben nicht nachhaltigen Modellen zu finden sein, die den Planeten in den letzten Jahrzehnten in immer akutere Gefahr bringen. Nach Aussagen namhafter Wissenschaftler*innen haben wir nur noch dieses Jahrzehnt, um in Bezug auf die bröckelnden „planetary boundaries“ (Rockström et al. 2009: 472–475) eine radikale Wende herbeizuführen. Wie können wir im Bereich der Museen, Archive und Bibliotheken diese wenigen Jahre nutzen?

Zunächst müssen auch wir im Kulturbereich verstehen:

- Die Klimakrise ist real, in Teilen der Welt hat sie bereits begonnen und fordert mehr und mehr Opfer.
- Wir selbst haben sie verursacht.
- Es handelt sich um eine noch nie da gewesene, sehr ernste Bedrohung der Zivilisation
- Die Klimakrise wird alles, was uns vertraut ist, verändern und nicht vor den Türen der Kultureinrichtungen Halt machen

Wenn wir das verstanden haben – wohlgemerkt geht es hier um „verstehen“, nicht „glauben“ –, dann können wir uns fragen, was können, was müssen wir in unseren Museen, Archiven und Bibliotheken tun, was müssen wir ändern und welche Stellschrau-

ben gibt es? Die Sorge um unsere Umwelt ist eigentlich eine natürliche Erweiterung der primären Funktion von Museen, ihre Sammlungen gut durch die Zeit zu bringen (Martin 2006: 47). Auf der anderen Seite befinden sich Museen mit ihrer Kernaufgabe, der Ausweitung ihrer Sammlung, aber auch in einem permanenten Konflikt mit dem Nachhaltigkeitskonzept (Simon 2012: 29 ff.).

Museumsneubauten – eine Orgie, kein Boom

Der Kunstkritiker Waldemar Januszczak soll die Welle an Museumsneubauten als eine wahre Orgie beschrieben haben. Im noch jungen 21. Jahrhundert sind anscheinend mehr neue Museen gegründet worden als im 19. und 20. Jahrhundert zusammen. Ungefähr 700 neue Museen würden jährlich in China entstehen (Ehrmann 2018).

Wenn wir von einer Museumsbauorgie sprechen, sollten wir bedenken, dass es bis zu acht Jahrzehnten dauert, bis ein neues Museum, selbst wenn es nach höchstem Nachhaltigkeits-Standard gebaut ist und mit geringstem Energieaufwand betrieben werden kann, in der Emissionsbilanz einen wieder genutzten Altbau eingeholt hat (Preservation Green Lab 2011). Zu viel CO₂ entsteht beim Brennen von Zement, dem Erzeugen von Stahl, Aluminium und Glas-, und all der Logistik und zunehmend technisierten Infrastruktur in Neubauten.

Diese sogenannte „graue Energie“ ist langfristig schwer abzuschätzen, da die nicht erneuerbaren Energieinhalte von Ersatzmaterialien, -komponenten oder -systemen schwer vorhersagbar sind. Wie energieintensiv wird die Herstellung von Baumaterialien in einigen Jahrzehnten verlaufen? Dazu kommt, dass kaum ein gängiges System zur Nachhaltigkeitsbewertung die Beiträge der grauen Energie, die bei Abriss und Entsorgung anfallen, ausreichend berücksichtigt und einer angemessenen Quantifizierung für historische Gebäude gerecht wird (Jackson 2005: 47 ff.).

Das Verhältnis von grauer Energie zu Betriebsenergie ist von zahlreichen Faktoren abhängig. Mit zunehmender Nutzungsdauer gewinnt die Betriebsenergie an Gewicht. Strategien zur Reduzierung des Energieverbrauchs während des gesamten Lebenszyklus sollten demnach auf Konstruktionsüberlegungen basieren, die die Betriebsenergie des Gebäudes erheblich reduzieren (Cole/Kernan 1996: 307 ff.). Auf der anderen Seite wird mit tendenziell sinkendem Energieverbrauch für den Betrieb die graue Energie in der Gesamtbetrachtung über den Lebenszyklus von Gebäuden wieder an Bedeutung gewinnen. „Wenn die Hälfte der Treibhausgase im Zuge von Bau, Abriss und Betrieb von Gebäuden entstehen“, so Max Page, „werden Anstrengungen zur Erhaltung bestehender Gebäude zu einem Eckpfeiler jeder Nachhaltigkeitsstrategie“ (Page 2016: 108).

Ähnlich wie bei den materialbezogenen Untersuchungsverfahren müssen hier Verfahren entwickelt werden, die es erlauben, die CO₂-Bilanz von Kulturerbeeinrichtungen besser abzuschätzen. Diese Methoden sollten die Multi-Dimensionalität dieser Fragestellung berücksichtigen können (Nocca 2017: 1882; Simon 2019: 38 ff.). Dabei dürfen

sogenannte „Rebound-Effekte“, die Einsparpotenziale teilweise oder ganz zunichtemachen können, nicht außer Acht gelassen werden (Santarius 2016: 123 ff.).

Am 1. November 2022 startete das Forschungsprojekt „Ressourcenoptimierte Kulturerbebauten (Memory Institutions) – ReKult“, das vom Bundesministerium für Wohnen, Stadtentwicklung und Bauwesen durch das Bundesamt für Bauwesen und Raumordnung (BBSR) als Forschungsträger gefördert wird. Es ist ein Gemeinschaftsforschungsprojekt der Technischen Universitäten Berlin, Braunschweig und München mit dem Rathgen-Forschungslabor der Staatlichen Museen zu Berlin.

Dabei soll das „Bewertungssystem Nachhaltiges Bauen“ (BNB) des Bundesbauministeriums analysiert und seine Übertragbarkeit auf Kulturerbebauten – Memory Institutions – wie Museen, Archive, Bibliotheken und Depots geprüft werden. Ausgangspunkt des interdisziplinären Forschungsprojekts ist eine Neubewertung der präventiven Konservierung auf der Grundlage eines ganzheitlichen Risikomanagements.

Das Plus/Minus-Dilemma im Museum

Wenn Museen, Archive und Bibliotheken zu den größten Energieverbrauchern im städtischen Umfeld zählen, was ist der Grund dafür? Woran liegt es, dass neue Museen in der Regel mehr Energie als ihre Vorgänger verbrauchen? Und warum sind wir gerade jetzt damit beschäftigt, die klimafeindlichsten Museen unserer Geschichte zu bauen?

Der von Arts Council England und der Klimaschutzorganisation Julie's Bicycle veröffentlichte Bericht „Sustaining Great Art and Culture 2018/19“ zeigt auf, dass der Museumssektor zwar nur 8 % der sogenannten National Portfolio Organisations umfasst, aber für 41 % der CO₂-Emissionen der Kulturbranche verantwortlich ist (Arts Council England 2020: 9).

Der Energieverbrauch für den Betrieb setzt sich unter anderem aus Beiträgen von Wärme, Kälte, Lüftung, Strom, Wasser, aber auch aus der Mitarbeiter- und Besuchermobilität, den Verbrauchsmaterialien sowie weiteren Anteilen, zum Beispiel aus dem Leihverkehr und Ausstellungswesen, zusammen. Im Vordergrund stehen die erstgenannten Faktoren Wärme, Kälte, Lüftung, Strom und Wasser, auf die sich dieser Beitrag daher auch beschränkt. Sie hängen ganz wesentlich davon ab, ob ein Museum ganz, teilweise oder gar nicht klimatisiert ist (Abbildung 27).

Die Klimatechnik ist also der 800-Pfund-Gorilla im Raum. Seit sie Ende der 1960er-Jahre ihren Siegeszug in den Museen angetreten hat, hat sie sich traditionell eher an der technischen Machbarkeit als am konservatorisch Notwendigen ausgerichtet. Mehr am „was können wir“ als am „was benötigen unsere Objekte?“.

Was für eine bemerkenswerte Koinzidenz mit dem massiven Anstieg der Treibhausgasemissionen! Seit 1970 sind die globalen CO₂-Emissionen um etwa 90 % gestiegen, wobei die Emissionen aus der Verbrennung fossiler Brennstoffe und industriellen Prozessen etwa 78 % zum Anstieg der gesamten Treibhausgasemissionen von 1970 bis 2011 beigetragen haben (IPCC 2014).



Abbildung 27: Klimatechnik Humboldt Forum Berlin [Quelle: Stefan Simon]

In den letzten vier Jahrzehnten hat die Menschheit damit fast 60 % ihres gesamten verfügbaren CO₂-Budgets verbraucht (Nicholas 2021: 24). Ebenfalls in den letzten fünf Jahrzehnten hat sich der Earth Overshoot Day in Deutschland von Ende Dezember (1971) auf den 4. Mai (2022) verschoben. Und gleichzeitig haben sich die Museen mit jedem Neubau weiter zu enormen Energiefressern entwickelt, unter anderem in Folge der exzessiven Klimatisierung, und dabei die ihnen zugestandenen CO₂-Emissionen zum größten Teil sinnlos verschwendet. Aber bis heute geistern die magischen Mythen vom perfekten Museumsklima wie Untote durch unsere Museen und werden von vielen Entscheidungsträgern weiterhin unkritisch übernommen.

„It is important to drive a stake through the heart of the zombie that is the notion that there is an ideal environment for museums such as 70°F 50 % RH.“

Jim Reilly 2013: 25–28

Werfen wir einen kurzen Blick zurück in die Geschichte der Debatte ums gute Museumsklima, die auch als Plus/Minus-Dilemma bezeichnet wird:

Schon der Gründungsdirektor des Rathgen-Forschungslabors, Friedrich Rathgen, weiß um die Wende vom 19. zum 20. Jahrhundert von der Bedeutung möglichst stabiler Feuchte- und Temperaturbedingungen für die gute Bewahrung von Kunst- und Kulturgut (Gilberg 1987: 105 ff.). Er entwirft Vitrinen mit Servicefächern und legt damit die Grundlagen für etwas, was wir heute als Verkleinerung von Klimakompartimenten diskutieren.

In seinem Bauplan für das Bostoner Museum of Fine Arts (MFA) empfiehlt R. Cl. Sturgis 1905, auf eine Mindesttemperatur von 15,6 °C (60 °F) und 50 % relative Luftfeuchtigkeit (RH) im Winter zu achten und „excessive heat“ im Sommer zu vermeiden (Sturgis 1905: 50 f.).

Ebenfalls in seinem Plan für das MFA findet sich die folgende Empfehlung: „Angesichts der extremen Schwankungen unseres Klimas erscheint es mir erstrebenswert, dass die Glasflächen, sei es in Oberlichtern oder Fenstern, auf ein Minimum beschränkt werden, die während des größten Teils des Jahres gutes Licht liefern, auch wenn dies auf Kosten von ein paar dunklen Tagen im Winter geht“ (Sturgis 1905: 50 f.). Als über 60 Jahre später die Neue Nationalgalerie in Berlin errichtet und 2021 der Bau des Museums des 20. Jahrhunderts begonnen wird, spielen diese Einschätzungen keine Rolle mehr. Dafür haben wir ja die Klimatechnik.

McCabe schlägt 1908 ebenfalls für das Boston Museum of Fine Arts eine Winterbefeuchtung von 55 % bis 60 % RH vor (McCabe 1931: 7 f.). Ian Rawlings stellt 1942 die sogenannte 60/60-Regel für ein gutes Museumsklima auf (60 % r. F., 60 °F/15,6 °C), die sich leicht merken lässt und fortan in den internationalen Museumskreisen an Einfluss gewinnt (Rawlings 1942: 279 ff.). Im Zweiten Weltkrieg wird die Sammlung der National Gallery in London evakuiert und an verschiedenen Orten, unter anderem in einer Schiefermine bei Manod in Wales, eingelagert. Das dortige stabile Klima erweist sich als förderlich für die Erhaltung der Gemälde und beeinflusst die Diskussion in den Nachkriegsjahren.

1960 haben sich bereits bei zahlreichen Museen Empfehlungen für Temperatur und relative Feuchte durchgesetzt (Plenderleith/Philippot 1960: 241 ff.), teilweise mit einem singulären Sollwert, teilweise mit nicht haltbaren engen Korridorvorgaben (z. B. ± 3 % RH), teilweise mit etwas pragmatischeren Schwankungsbreiten.

Die Yale Daily News schreibt am 14. Oktober 1963 aus Anlass der Fertigstellung der von George Bunshaft entworfenen, damals durchaus kontrovers diskutierten Beineke Rare Book Library: „The atmosphere of the hall is kept at a temperature and humidity that is considered best for the preservation of non-living things“. Das Gebäude würde „the necessary protection and environment so that these documents would endure another 2000 years“ garantieren. Das Vertrauen in den technischen Fortschritt erscheint

Anfang der 1960er-Jahre, trotz des Kalten Krieges, unerschütterlich. Aus heutiger Perspektive ist es kaum nachvollziehbar, über einen Erhaltungshorizont von 2.000 (!) Jahren nachzudenken. Bei der Anwendung der Werkzeuge eines holistischen Risikomanagements auf die präventive Konservierung rechnet man heute mit 50, vielleicht noch mit 100 Jahren. Weiterreichende Berechnungen würden die Aufwendungen ins Unermeßliche steigen lassen und sind vor dem Hintergrund der Klimakrise schwer zu rechtfertigen. Wer weiß, ob es in 100 Jahren überhaupt noch eine Gesellschaft gibt, die unsere Museen besuchen kann oder will?

In den 1960er-Jahren werden auch in den Museumsbauten Europas Klimaanlage eingebaut, der Ruf nach verbindlichen Grenzwerten für Feuchte und Temperatur wird lauter. Das Museum Folkwang in Essen, das Germanische Nationalmuseum in Nürnberg und die Neue Nationalgalerie von Mies van der Rohe in Berlin (Abbildung 28) werden zu Vorreitern der Museumsklimatisierung in Deutschland. Früher geschaffene Kunstwerke verbrachten demnach ihr gesamtes vorheriges „Leben“ in klimatisch „unkonditionierter“ Umgebung.



Abbildung 28: Neue Nationalgalerie (1968), Mies van der Rohe, Kulturforum Berlin [Quelle: Stefan Simon]

Das führt schließlich zum Festlegen von ersten Standards. 1974 veröffentlicht ICOM in der Folge einer Umfrage unter 37 Museen die „Guidelines for Loans“, in denen 54 % $\pm$ 4 % relative Luftfeuchtigkeit festgeschrieben werden – eine Empfehlung zur Temperatur findet sich darin nicht.

1978 publiziert Gary Thomson, wissenschaftlicher Mitarbeiter an der National Gallery in London, „The Museum Environment“. Dieser Sammelband richtet sich sowohl an Restaurator*innen als auch an Kurator*innen und beschreibt Grundsätze und Techniken der Umwelt- und Klimakontrolle, um potenziell schädliche Auswirkungen von Licht, Feuchtigkeit und Luftschadstoffen auf Museumsexponate zu minimieren. Darin

wird ein „Class A Museum“ mit einer relativen Luftfeuchtigkeit von $50 \% \pm 5 \%$ relative Luftfeuchtigkeit definiert (Thomson 1978: 248). Obwohl Gary sich selbst bewusst ist, dass die relevanten Fragen zur Widerstandsfähigkeit von Objekten noch nicht ausreichend erforscht sind, wird das Buch international schnell zur Richtlinie.

Bald melden sich erste kritische Stimmen. In Washington, D.C., am Museum Conservation Institute der Smithsonian Institution arbeiten Marion F. Mecklenburg, Charles Tumosa und David W. Erhard seit Jahren an Fragestellungen rund um die mechanische Belastbarkeit von Kunstobjekten unter schwankenden Klimabedingungen (u. a. Mecklenburg/Tumosa 1991: 173 ff.). In Ottawa am Canadian Conservation Institute CCI forscht Stefan Michalski. Er wird später zu einem der führenden Autoren des wegweisenden Standards der American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers (ASHRAE) für Museen, Galerien und Archive (ASHRAE 2019).

In seinem Vortrag auf der IIC-Konferenz „Preventive Conservation: Practice, Theory and Research“ in Ottawa, Kanada, richtet Jonathan Ashley-Smith, Head of Conservation am Victoria and Albert Museum in London, seinen bekannten Appell „Let’s be Honest“ an die Teilnehmer*innen:

„Relax. The risk of damage may be much less than you imagine. Large numbers of objects (...) are robust enough to be lent from $50 \pm 15 \%$ to $50 \pm 15 \% RH$ “

Jonathan Ashley-Smith 1994

Auf derselben Konferenz sprechen auch Mecklenburg und Erhard. In „Relative Humidity Re-examined“ weisen die Autoren darauf hin, dass in einer moderaten Spanne von 30 bis 60 % relative Luftfeuchtigkeit die höheren Feuchten die mechanischen und die niedrigen die chemischen Schadensprozesse verlangsamen können (Erhardt/Mecklenburg 1994: 32 ff.).

Es dauert noch bis 2004, bis am Smithsonian die neuen klimatischen Richtlinien verabschiedet werden, für die Marion Mecklenburg so lange geforscht und geworben hat. Seither werden in den Sammlungen Klimakorridore von $45 \% \pm 8 \% RH$ Luftfeuchtigkeit und $70^{\circ}F \pm 4^{\circ}F$ ($21^{\circ}C \pm 2^{\circ}C$) angestrebt, was zu jährlichen Energiekosteneinsparungen von circa 17 % (oder 3,2 Mio. \$ 2006/2007) führt. Konservatorische Probleme in der Folge der leichten Aufweitung des Korridors werden in den Sammlungen nicht registriert (Mecklenburg/Tumosa/Pride 2004: 19).

Nach einem Meeting im September 2008 an der National Gallery London im Rahmen der „Dialogues for the New Century. Discussions on the conservation of cultural heritage in a changing world. Climate Change and Museum Collections“ wird die 38. Jahrestagung des American Institute for Conservation (AIC) in Milwaukee, Wisconsin, 2010

zum Ort einer interessanten Podiumsdiskussion im dritten Rundtischgespräch der oben genannten IIC-Reihe zum sogenannten Plus/Minus-Dilemma und ein nächster wichtiger Meilenstein in der Diskussion über das grüne Museum.

Was ist das Plus/Minus-Dilemma genau? Was sind die Stabilitätskriterien in diesem Spannungsfeld? Zum einen sollte es nicht zu trocken sein, bei zu niedrigen Feuchtwerten drohen mechanische Schäden durch Versprödung und Rissbildung etc. Zu feucht soll es aber auch nicht sein, denn unter feuchten Bedingungen drohen Schimmelwachstum und biologische Abbauprozesse. Zu warm ist auch nicht gut, denn mit einer Temperaturerhöhung von 10 K geht nach der aus der Schule bekannten Reaktionsgeschwindigkeit-Temperatur (RGT)-Regel eine Verdoppelung der Reaktionsgeschwindigkeit einher, die auch für chemische Abbauprozesse, insbesondere instabiler Materialien, gilt. Dafür allerdings, dass es nicht zu kalt werden soll, sorgen weniger die Anforderungen der präventiven Konservierung, sondern die technischen Regeln für Arbeitsstätten (ASR A3.5) und unsere eigenen Behaglichkeitsansprüche.

„Given the looming energy crisis, the global economic downturn, and the rising awareness of green technology equating to good stewardship of our natural resources, responsible and efficient environmental control has become essential.“

The Plus/Minus Dilemma: The Way Forward in Environmental Guidelines
Dialogues for the New Century

AIC Annual Meeting in Milwaukee, Wisconsin, 13. Mai 2010

The International Institute for Conservation of Historic and Artistic Works
and the American Institute for Conservation

Ebenfalls 2010 ruft das Rathgen-Forschungslabor gemeinsam mit der Fraunhofer-Gesellschaft und der Leibniz-Gemeinschaft in Zusammenarbeit mit der „Deutschen Kongress“ die Konferenzserie „Das grüne Museum“ ins Leben. Diese entwickelt sich in den folgenden Jahren im deutschsprachigen Raum zu einem Forum mit hohem Praxisbezug über die ökologische Transformation von Museen, an dem neben Personen aus Museen regelmäßig auch Vertreter*innen aus Wirtschaft, Verwaltung, Wissenschaft und Forschung teilnehmen.

Die sogenannte Bizot-Gruppe, zu der sich Direktor*innen einer Reihe großer Museen weltweit zusammengeschlossen haben, entwickelt 2012 seine Interim Guidelines, seit 2014 als das Bizot Green Protocol bekannt. Die in „Environmental Sustainability: Reducing Museums' Carbon Footprint“ zusammengefassten Richtlinien werden inzwischen von vielen Museen in der Welt anerkannt: „Für viele Klassen von Objekten, die hygroskopisches Material enthalten ..., wird eine stabile relative Luftfeuchtigkeit im Bereich von 40–60 % und eine stabile Temperatur im Bereich von 16–25 °C für erforderlich

gehalten. Schwankungen sollen $\pm 10\%$ RH pro 24 Stunden innerhalb dieses Bereichs nicht überschreiten. Empfindlichere Objekte erfordern je nach Material, Zustand und Geschichte des Kunstwerks eine spezifische und strengere Luftfeuchtigkeitskontrolle. Eine Bewertung durch Restauratoren ist unerlässlich, um die geeigneten Umgebungsbedingungen für Kunstwerke im Leihverkehr festzulegen“ (Bizot Group 2014).

Die Empfehlungen der Bizot-Gruppe treffen in Deutschland auf ein unterschiedliches Echo. Das Dörner-Institut lehnt sie ab, das Rathgen-Forschungslabor schließt sich ihnen an. Es kommt 2013 zu einem Austausch im sogenannten Leipziger Kreis deutscher Museumsdirektor*innen bei einem Treffen in München, der die Positionen aber nicht zusammenführt.

2013 findet in Berlin zum 125. Jahrestag der Gründung des Rathgen-Forschungslabors die Tagung „Heritage Science and Sustainable Development for the Preservation of Art and Cultural Assets – On the Way to the Green Museum“ (Rathgen-Forschungslabor 2013) statt, nur wenige Monate nach einer einem ähnlichen Thema gewidmeten Tagung am Dörner-Institut in München (Burmester/Eibl 2014).

2014 werden die ICOM-Richtlinien von 1974 angepasst. Die gemeinsam von ICOM-CC (Committee for Conservation) und IIC beschlossene „Environmental Guidelines Declaration“ betrachtet die Frage der Nachhaltigkeit von Museen umfassender als eine bloße Diskussion über Umweltstandards und nennt sie ein Schlüsselkriterium für zukünftige Prinzipien. Die Richtlinien fordern die Museen auf, ihren Energieverbrauch zu reduzieren und alternative, erneuerbare Energiequellen zu prüfen, um ihren CO₂-Fußabdruck zu verringern. Die Pflege der Sammlungen solle möglichst auf eine Weise erfolgen, die keine Klimaanlage voraussetzt. Anstelle einer aktiven Klimatisierung sollen passive Methoden, einfache und wartungsfreundliche Technik, Luftzirkulation und andere energiesparende Lösungen in Erwägung gezogen werden. Auch die gemeinsamen ICOM-CC- und IIC-Guidelines fordern, Instrumente des Risikomanagements in Museumsmanagementprozesse einzubetten (Bickersteth 2016: 12 ff.).

Das ASHRAE Chapter 24 (Museums, Galleries, Archives and Libraries) ist ein internationaler Standard, der sich in erster Linie an Ingenieure und Facility Manager richtet, die an Projekten zur Klimatisierung in Einrichtungen des Kulturerbes beteiligt sind. Es ist eine der international meistverwendeten Referenzen zu Klimatisierungsfragen in der Fachliteratur und ermöglicht ein Benchmarking von Räumen und Einrichtungen in Klassen der Klimastabilität (ASHRAE 2019).

„Auf den besten verfügbaren Technologien für außergewöhnliche Feuchtigkeitskontrolle oder einer umfassenden Schadstofffiltration zu bestehen“, so die Empfehlung, „kann langfristig die Erfüllung der institutionellen Mission gefährden“ (ASHRAE 2019). Und auch: „Beim Design von Klimatisierungsoptionen sollte zunächst das Gebäude selbst als Kontrollmittel betrachtet werden“ (ebd.). Passiven Lösungen, Strategien, die nicht auf mechanischer Steuerung beruhen, soll der Vorzug gegeben werden.

Hier wird ein Paradigmenwechsel erkennbar. Das Kapitel 24 im ASHRAE-Standard von 2019 ist nicht wie ein Küchenrezept zu lesen und zu verstehen. Bei seiner Anwendung sind folgende Aspekte gleichermaßen einzubeziehen:

- die konservatorischen Anforderungen der Sammlung
- die Ansprüche der Menschen, die sich darin aufhalten
- die Leistungsfähigkeit der baulichen Hülle und
- die langfristigen Kosten und Aspekte der Nachhaltigkeit

Zwischen diesen Aspekten gibt es schwerwiegende Zielkonflikte! ASHRAE 2019 weist einen Weg auf, wie mit diesen Zielkonflikten in einem iterativen Prozess konstruktiv umgegangen werden kann.

Statt eines einzelnen Sollwerts wird in den neuen Empfehlungen des Deutschen Museumsbunds vom Herbst 2022 ein Klimakorridor zwischen 40 % bis 60 % RH sowie zwischen 18 °C (Depot 15 °C) und 26 °C im Betrieb empfohlen. Das bedeutet, dass alle Werte innerhalb des Korridors als akzeptabel bewertet werden, sofern das Sammlungsgut keinen anderen konservatorischen Anforderungen unterliegt (Deutscher Museumsbund 2022). Die vom Museumsbund akzeptierten Schwankungsbreiten für relative Luftfeuchtigkeit und Temperatur sind mit 5 % und 2 K pro Tag allerdings so eng, dass nur wenige Häuser diese auch im Alltag einhalten können. Auch in Australien wurden vergleichbare Empfehlungen entwickelt (AICCM 2022).

Transparenz bei Realklimata und Energieverbrauch – KPIs für Kultureinrichtungen in der Krise

Eine Einstufung der realen Feuchte- und Temperaturbedingungen in standardisierte Klimaklassen nach nationalen und internationalen Normen und Empfehlungen ist ein Key Performance Indicator (KPI) für Museen, Archive und Bibliotheken, insbesondere für die Ermittlung von Energieeinsparoptionen.

Das Rathgen-Forschungslabor der Staatlichen Museen zu Berlin bietet im Auftrag der Bundesbeauftragten für Kultur und Medien (BKM) für Zuwendungsempfänger, aber auch darüber hinaus seit Herbst 2022 eine entsprechende Auswertung des Raumklimas an. Klimadaten (r. F., %) und Temperatur (T, °C) über einen mindestens einjährigen Zeitraum können an das Labor gesendet werden, wo sie nach ASHRAE (2019), dem Bizot Green Protocol (2014) sowie den Empfehlungen des Deutschen Museumsbunds (2022) und für Archive/Bibliotheken nach DIN ISO 11799 (2017) und B DIN 67700 (2017) vertraulich ausgewertet und eingestuft werden.

In seiner Diplomarbeit 2007 demonstriert David Artigas das enorme Potenzial breiterer Temperatur- und Feuchtigkeitskorridore in Museen zur Energieeinsparung. Die Kosten sinken mit größerer Schwankungsbreite von Temperatur und Feuchte nicht linear, sondern sogar exponentiell (Artigas 2007). Auch in den Niederlanden wurde sowohl am Modell als auch praktisch im Hermitage Museum in Amsterdam das enorme

Einsparpotenzial erweiterter Klimakorridore nachgewiesen (Kramer et al. 2016). Eine umfassende Diskussion des Plus/Minus-Dilemmas aus restauratorischer Sicht liefert Niclas Hein in seiner Dissertation an der Staatlichen Akademie der Bildenden Künste Stuttgart (Hein 2015).

Dabei kann man feststellen, dass wir im letzten Jahrhundert eine gewisse „Verweichlichung“ beim Temperaturkomfort erfahren haben (Abbildung 29). Als Zimmerwärme wurden um 1915 16 °C angesehen, in den 30er-Jahren waren es schon 17,5 °C und heute empfinden die meisten Menschen eine Temperatur unter 19 oder 20 °C als zu kühl.

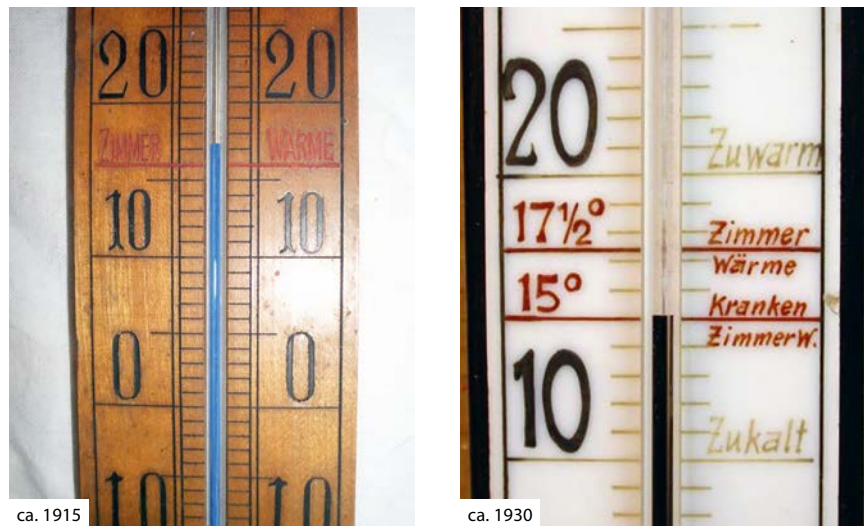


Abbildung 29 Historische Thermometer mit Markierung der jeweils akzeptierten Zimmertemperatur aus der Sammlung historischer Messinstrumente von Bill Landsberger, Rathgen-Forschungslabor [Quelle: Stefan Simon]

Ein Übergang von Single-Point- zu Dual-Point-Steuerung der Klimaanlage kann bereits Energie im zweistelligen Prozentbereich sparen, wie Untersuchungen am Yale Peabody Museum in New Haven, Connecticut, gezeigt haben (Simon et al. 2019: 32 ff.). Ähnliche Erfahrungen hat auch die Kunstsammlung NRW gemacht, die 2019 begann mit etwas erweiterten Klimabändern zu experimentieren. Inzwischen gehört diese Sammlung zu den wenigen Museen in Deutschland, die die neuen Empfehlungen des Museumsbunds zum Klimakorridor auch umsetzen wollen (Quabeck 2022).

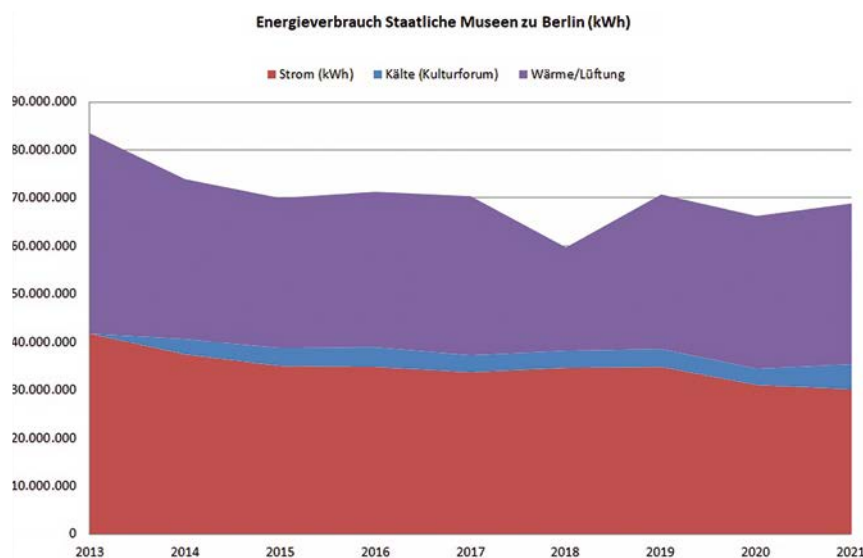


Abbildung 30: Energieverbrauch der Staatlichen Museen zu Berlin (2013–2021). Anmerkung: Der Abfall bei Wärme/Lüftung 2018 ist ein Artefakt, hier konnten die entsprechenden Verbrauchsdaten/Rechnungen an einem der Standorte bislang nicht gefunden werden. [Quelle: Stefan Simon]

Der Energieverbrauch allein für den Betrieb (Wärme/Lüftung/Kälte/Strom) der Staatlichen Museen zu Berlin liegt bei circa 70 Mio. kWh im Jahr (Abbildung 30). Er ist über die letzten Jahre – allen politischen Vorgaben zum Trotz – weitgehend konstant, steigt an manchen Einrichtungen sogar leicht an. Strom und Klima (Kälte, Wärme, Lüftung) leisten über alle Häuser hinweg betrachtet ungefähr gleichwertige Beiträge zur Klimabilanz der Staatlichen Museen. 2019 entsprach dies nach den damaligen Konversionsfaktoren des Umweltbundesamts circa 30.000 t CO₂.

In diesem Zeitraum hat sich die CO₂-Emission der Museen zwar aufgrund der ansteigenden Anteile regenerativer Energiequellen unter anderem am deutschen Strom-Mix deutlich verringert, die sozialen Kosten der Emission (sog. Carbon Charge) aber haben sich dennoch erwartungsgemäß erhöht.

Der Energieverbrauch ist daher ein weiterer wichtiger KPI in der Krise. Die Datenbank zum Benchmarking des Energieverbrauchs von Kulturerbeeinrichtungen (Abbildung 31), die das Rathgen-Forschungslabor gemeinsam mit Partnern aus dem In- und Ausland zusammengetragen hat, umfasst inzwischen mehr als 100 Einrichtungen. Im Mittel verbrauchen Museen 373 kWh/m²a im Betrieb, der Median liegt bei 342 kWh/m²a. Dabei handelt es sich um die Endenergie. Da die Flächenangaben nicht standardisiert sind und uns die Daten von Museen individuell zugesandt werden, sind sie mit einer bestimmten Unschärfe behaftet.

In Dänemark betreibt das dortige Nationalmuseum ein zentrales Depot in Vejle, welches mit weniger als 10 kWh/m²a auskommt, für das neue Nationalarchiv in Krakau werden ähnliche Verbräuche angenommen. Auch das „Centrum Collectie Nederland“ in Amersfoort beeindruckt mit einer kurzen Bauzeit und vergleichsweise niedrigen Kosten. Es gibt also durchaus Alternativen. Was aber kann man erwarten in einem Land, in dem nur rund 4 % der Gebäude im Bundesbesitz Fotovoltaik-Anlagen auf dem Dach haben, wie aus der Antwort des Bauministeriums auf eine Anfrage der Linksfaktion 2022 hervorging?

Benchmarking des Energieverbrauchs von Museen, Archiven und Depots

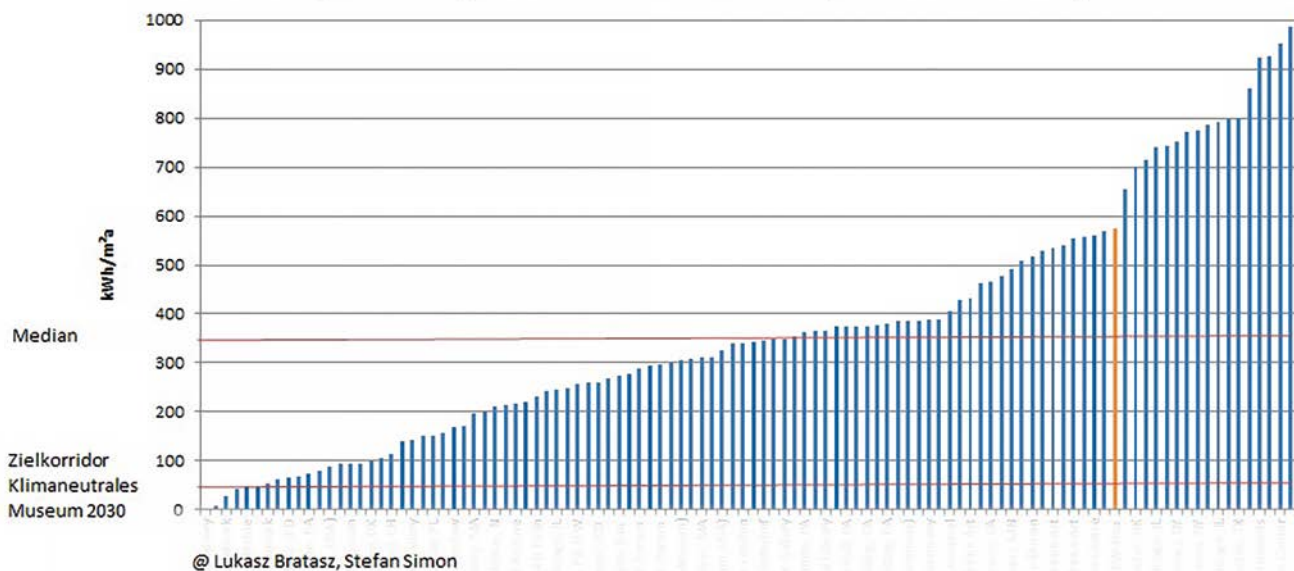


Abbildung 31: Benchmarking des Energieverbrauchs von Kulturerbeinrichtungen, mit Median und Zielkorridor für klimaneutrale Museen. Markiert ist auch (in Orange) das Museum des 20. Jahrhunderts auf dem Planungsstand 2021. [Quelle: Lukasz Bratasz und Stefan Simon]

Viele Pläne für Museumsneubauten wirken vor diesem Hintergrund seltsam aus der Zeit gefallen, so auch das Museum des 20. Jahrhunderts, ein Projekt, welches nicht nur der Bundesrechnungshof aufgrund seiner desaströsen Umweltbilanz kritisierte. Den „Charme eines Haarsprays mit FCKW aus den 1970-Jahren“ attestierte die Wochenzeitung „Der Freitag“ diesem klimafeindlichsten Bauprojekt der Staatlichen Museen zu Berlin (Der Freitag 2019). Die Kritik an dem Projekt reißt nicht ab, auch mehren sich Stimmen, die nach einem Moratorium rufen (The Guardian 2022; Die Zeit 2022).

Ein Problem sind die langen Vorbereitungs- und Laufzeiten, die sich nicht an dem Momentum der Klimakrise ausrichten. Der Ideenwettbewerb für das Museum wurde 2015 ausgelobt, der Baubeginn erfolgte 2021, mit der voraussichtlichen Fertigstellung rechnen manche für 2026. Ein Moratorium ist – leider – nicht in Sicht. Dabei wäre das beste Museum, das man heute in Deutschland bauen kann, das, auf dessen Bau man verzichtet.

Auch die Neue Nationalgalerie verbraucht 2021, nach ihrer Instandsetzung, für Wärme und Lüftung circa 30 % mehr Energie als davor. Der Kälteverbrauch am Kulturforum hat sich 2021 um fast 50 % erhöht. Diese Zahlen müssen sorgfältig überprüft und validiert werden. Auf unserem gemeinsamen Weg in Richtung klimaneutraler Museen erscheinen sie aber wie ein Menetekel.

Der Neuen Nationalgalerie kann man zugutehalten, dass sie einige Jahre vor einschneidenden Ereignissen, wie etwa der Veröffentlichung des Berichts des Club of Rome 1972 oder der ersten Ölkrise 1973, eröffnet wurde. Damals hielt man den grenzenlosen Ressourcenverbrauch für eine tragfähige Option. Heute tut man das nicht mehr, aber hat sich wirklich etwas geändert?

„2015 hätte die Nachhaltigkeit halt nicht so im Vordergrund gestanden“, wurde mir einmal in einer Diskussion zum Museum des 20. Jahrhunderts bedeutet. Da sei es mehr um Städtebauliches gegangen. 2015 war aber nicht nur mehr als 40 Jahre nach der ersten Ölkrise, 2015 war auch das Jahr der UN-Klimakonferenz COP 21 in Paris. Die Museen sind kein Braunkohlekraftwerk, ihre CO₂-Emissionen nur flächenbezogen signifikant, in absoluten Zahlen gering. Aber es sind diese Ignoranz und Verantwortungslosigkeit, die sich auf vielen Ebenen unserer Gesellschaft spiegeln, die die Aktivist*innen der Letzten Generation und andere in den zivilen Widerstand treiben.

„Wer immer heute eine aufwendige Klimaanlage in einem Museum plant oder installiert, sollte sicherstellen können, dass er diese in einigen Jahren auch noch betreiben und warten kann bzw. die steigenden Energiekosten im Budget berücksichtigt und aufgefangen werden.“ Ein zehn Jahre altes Zitat (Simon 2012). Es ist nicht so, dass dies den Entscheidungsträgern nicht immer wieder kommuniziert wurde. Allein, es mangelte an deren Aufmerksamkeit.

Im Sommer 2019 haben die englischen Tate-Museen den Klimanotstand ausgerufen. Eine Absichtserklärung mit konkreten Zielen: Die vier Häuser wollen 10 % ihrer CO₂-Emissionen bis 2023 einsparen. Die Mitarbeiterinnen der Staatlichen Museen zu Berlin haben im Juni 2022 ebenfalls von ihrem Dienstherrn die Ausrufung des Klimanotstands gefordert. Ihr mit großer Mehrheit auf der außerordentlichen Personalversammlung gefällter Beschluss wurde von den Führungsebenen und ihrem Träger bislang nicht aufgegriffen. Am Ende müssen sich beide, die Tate-Museen und die Staatlichen Museen zu Berlin, an ihren Handlungen messen lassen. Die Zeit der musealen Glaspaläste jedenfalls ist vorbei.

Literatur

AICCM 2022: Environmental Guidelines; <https://aiccm.org.au/conservation/environmental-guidelines/>

ARTIGAS D. J., 2007: A Comparison of the Efficacy and Costs of Different Approaches to Climate Management in Historic Buildings and Museums. Master thesis, advisor Henry M. C., University of Pennsylvania.

Arts Council England 2020: Sustaining Great Art and Culture, Environmental Report 2018/19, January 2020, p. 9

ASHRAE – AMERICAN SOCIETY OF HEATING, REFRIGERATING AND AIR-CONDITIONING ENGINEERS 2019: Chapter 24 Museums, Galleries, Archives and Libraries. In: ASHRAE Handbook – HVAC Applications. Atlanta, GA: ASHRAE.

Bickersteth, Julian, 2016: IIC and ICOM-CC 2014 Declaration on environmental guidelines, Studies in Conservation, 61:sup1, 12-17, DOI: 10.1080/00393630.2016.1166018

Bizot Group 2014: Bizot Green Protocol, Environmental Sustainability: Reducing Museums' Carbon Footprint <https://www.nationalmuseums.org.uk/what-we-do/contributing-sector/environmental-conditions/>

Burmester, Andreas/ Eibl, Melanie, 2014: Stable is safe. Die Münchner Positionen zu Klima und Kulturgut; <https://s3.eu-central-1.amazonaws.com/thenetexperts-pinakothek-cms/03/stellungnahme-doerner-bizot-de.pdf>

Cole, Raymond J./ Kernan, Paul C., 1996: Life-cycle energy use in office buildings, Building and Environment, Volume 31, Issue 4, 1996, Pages 307-317, ISSN 0360-1323, [https://doi.org/10.1016/0360-1323\(96\)00017-0](https://doi.org/10.1016/0360-1323(96)00017-0)

Deutscher Museumsbund 2022: Empfehlung zur Energieeinsparung durch die Einführung eineserweiterten Klimakorridors bei der Museumsklimatisierung <https://www.museumsbund.de/wp-content/uploads/2022/11/klimakorridor-fuer-sammlungsgut.pdf>

Die Zeit, 2022: „Frau Roth, stoppen Sie diesen Bau! Das Berliner Museum für Kunst des 20. Jahrhunderts neu denken“, Tobias Timm, 16.11.2022 https://www.zeit.de/2022/47/museum-des-20-jahrhundert-berlin-neubau-energieverbrauch?utm_referrer=https%3A%2F%2Fwww.google.com%2F

Ehrmann, Thierry 2018: in France24/ AFP Forget billionaires, museums the ticket for fine art market, 03/08/2018, <https://www.france24.com/en/20180803-forget-billionaires-museums-ticket-fine-art-market>

Erhardt, W. David; Mecklenburg, Marion F., 1994: „Relative Humidity Re-examined.“ in Preventive Conservation: Practice, Theory and Research (Preprints of the Contributions to the Ottawa Congress, 12-16 September 1994, edited by Roy, Ashok and Smith, Perry., 32–38. London: IIC.

European Commission, Directorate-General for Communication; Leyen, U., 2019: Political guidelines for the next European Commission 2019-2024 ; Opening statement in the European Parliament plenary session 16 July 2019 ; Speech in the European Parliament plenary session 27 November 2019, Publications Office of the European Union, 2020, <https://data.europa.eu/doi/10.2775/101756>

Der Freitag, 2021: Charme einer Dose Haarspray Ausgabe 14/2021, von Christine Käppeler <https://www.freitag.de/autoren/christine-kaeppler/charme-einer-dose-haarspray>

Gilberg, Mark, 1987: Friedrich Rathgen: The Father of Modern Archaeological Conservation, *Journal of the American Institute for Conservation*, 26:2, 105-120, DOI: 10.1179/019713687806027843

Hein, Niclas, 2015: Die materielle Veränderung von Kunst durch Transporte– Monitoring und Transportschadensbewertung an Gemälden durch das Streifenprojektionsverfahren, Dissertation der Staatlichen Akademie der Bildenden Künste Stuttgart, 558 S.

ICOM, 1974: „Guidelines for Loans“, 4 S. <https://icom.museum/wp-content/uploads/2018/07/Loans1974eng.pdf>

IPCC, 2014: Climate Change 2014: Mitigation of Climate Change. Contribution of Working Group III to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Edenhofer, O., R. Pichs-Madruga, Y. Sokona, E. Farahani, S. Kadner, K. Seyboth, A. Adler, I. Baum, S. Brunner, P. Eickemeier, B. Kriemann, J. Savolainen, S. Schlömer, C. von Stechow, T. Zwickel and J.C. Minx (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA, <https://www.ipcc.ch/report/ar5/wg3/>

IPCC, 2018: SPECIAL REPORT - Global Warming of 1.5 °C <https://www.ipcc.ch/sr15/>

Jackson, Mike 2005: Embodied Energy and Historic Preservation: A Needed Reassessment; *APT Bulletin: The Journal of Preservation Technology* , 2005, Vol. 36, No. 4, Sustainability and Preservation (2005), pp. 47-52 <https://www.jstor.org/stable/40003163>

Jodoin, Sébastien; Lofts, Katherine, eds., 2003: Economic, Social, and Cultural Rights and Climate Change: A Legal Reference Guide. New Haven 2013 (CISDL, GEM & ASAP). <https://environment.yale.edu/content/documents/00004236/ESC-Rights-and-Climate-Change-Legal-Reference-Guide.pdf?1386859062>

Kramer, R.P./Schellen, H.L./van Schijndel, A.W.M., 2016: Impact of ASHRAE's museum climate classes on energy consumption and indoor climate fluctuations: Full-scale measurements in museum Hermitage Amsterdam, *Energy and Buildings*, Volume 130, 2016, 286-294, <https://doi.org/10.1016/j.enbuild.2016.08.016>.

Martin, David, 2006: Green Goals, *Museum Practice*, 33, spring 2006, p. 47

McCabe, J.W., 1931: Humidification and Ventilation in Art Museums. *Museum News* (1 September 1931): 7-8; Humidification de l'air et aération dans les Musées. *Museum News*, XV(3): 5

Mecklenburg, Marion F./Tumosa, Charles S., 1991: „Mechanical Behavior of Paintings Subjected to Changes in Temperature and Relative Humidity.“ in *Art in Transit: Studies in the Transport of Paintings*, edited by Mecklenburg, Marion F., 173–216. Washington, DC: National Gallery of Art.

Mecklenburg, Marion F./Tumosa, Charles S./Pride, Alan, 2004: “Preserving Legacy Buildings.” *HVAC Retrofit – A Supplement to the ASHRAE Journal* (June, 2004): S19.

Monopol, 2019: Offener Brief -Wir brauchen einen „Green New Deal“ für Museen <https://www.monopol-magazin.de/offener-brief-klimaschutz-museum>

Nicholas, Kimberly, 2021: *Under the Sky We Make*, G.P. Putnam's Sons, New York, ISBN 9780593328170. P. 24

Nocca, Francesca, 2017: The Role of Cultural Heritage in Sustainable Development. Multidimensional Indicators as Decision-Making Tool. In: *Sustainability* 2017, 9, 1882. <http://dx.doi.org/10.3390/su9101882>

Page, Max, 2016: *Why Preservation Matters*. New Haven, CT, Yale University Press ISBN: 9780300225150, p. 108.

Peters, G. P., et al., 2015: Measuring a fair and ambitious climate agreement using cumulative Emissions; *Environ. Res. Lett.* 10 105004 ; doi:10.1088/1748-9326/10/10/105004

Plenderleith, Harold/Philippot, Paul, 1960: *Climatology and Conservation in Museums*. In: *Unesco (Hrsg.): Museum Vol. XIII, Nr. 4, 1960. Band 13. Lausanne, 1960, S. 241–289* URL <http://unesdoc.unesco.org/images/0012/001274/127409eo.pdf>

Preservation Green Lab, National Trust for Historic Preservation, 2011: *The Greenest Building. Quantifying the Environmental Value of Building Reuse*. 2011. <https://forum.savingplaces.org/viewdocument/the-greenest-building-quantifying>

Quabeck, Nina, 2022: pers. Mitteilung, Kunstsammlung NRW Düsseldorf, s.a.: <https://www.museumbund.de/klimabedingungen-in-museumssammlungen-energie-nutzung-im-wandel/>

Rathgen – Forschungslabor 2013: Internationale Tagung „Konservierungswissenschaft und nachhaltige Entwicklung für die Erhaltung von Kunst- und Kulturgut - Auf dem Weg zum grünen Museum“ Videobeiträge - <https://www.smb.museum/museeneinrichtungen/rathgen-forschungslabor/forschung/forschungsprojekte/green-museum/>

Rawlins, F. Ian G., 1942: The control of temperature and humidity in relation to works of art. *The museums journal* (Museums Association), 41, 279-283

Reilly, Jim, 2013: Choosing Standards and Best Practices for Environmental Design and Operation,- Summit on the Museum Preservation Environment, Smithsonian Institution, Washington, D.C., März 2013, p. 25-28, <https://repository.si.edu/bitstream/handle/10088/34611/13.03.EnviroPreservationSummit.Final.pdf>

Rockström, J., Steffen, W., Noone, K. et al., 2009: A safe operating space for humanity. *Nature* 461, 472–475. <https://doi.org/10.1038/461472a>

The Guardian 2022: “Criticism mounts of ‘climate killer’ modern art museum in Berlin”, Kate Connolly, 27.11.2022 <https://www.theguardian.com/world/2022/nov/27/new-berlin-art-museum-of-the-20th-century-climate>

(Santarius, Tilman, 2016) Die Grenzen der Ressourceneffizienz. Wie technische Produktivitätssteigerungen das Wachstum ankurbeln,- *Jahrbuch nachhaltige Ökonomie*. - Marburg : Metropolis-Verl., ZDB-ID 2637488-2. - Vol. 5.2016/17, p. 123-146

Simon, Stefan, 2012: Das Grüne Museum - Das Konzept der Nachhaltigkeit in der Bewahrung unseres kulturellen Erbes,- *Kultur und Management im Dialog* - Das Monatsmagazin von Kulturmanagement Network Nr. 64 · Februar 2012 · ISSN 1610-2371, 29-32.

Simon, Stefan, 2019: «Whatever affects one directly affects all indirectly» – Kulturerbe als Ressource im Wandel,- *Kulturerbe, ein gemeinsames Gut. Für wen und warum ? Le patrimoine culturel, un bien commun. Pour qui et pourquoi ?*, Schriftenreihe zur Kulturgüter-Erhaltung; 6, p. 38-41, Schwabe Basel. 152 S. ISBN 978-3-7965-3833-9

Simon, Stefan; Bratasz, Lukasz; White, Tim; Sease, Catherine; Utrup, Nathan; Butts, Susan; Paquette, Julie; Boardman, Richard; Altenhöner, Wendelin; 2019: Zwischen Risiko, Energieeffizienz und Konservierung- ein Green New Deal für Kultureinrichtungen Schützen, Pflegen und Erhalten - Entwicklungen in der präventiven Konservierung, Beiträge des 13. Konservierungswissenschaftlichen Kolloquiums in Berlin/Brandenburg, Arbeitshefte des Brandenburgischen Landesamtes für Denkmalpflege und Archäologischen Landesmuseums, Nr. 55, MICHAEL IMHOF VERLAG, ISBN 978-3-7319-0900-2, S. 32-41

Sturgis, R. Clipston, 1905: Report on Plans Presented to the Building Committee. Museum of Fine Arts, Boston, p. 50-51

Thomson, Gary, 1978: The Museum Environment, Butterworth-Heinemann; Illustrated edition (1 Aug. 1978) 248 p. ISBN 978-0408707923

UN News, 2022: IPCC adaptation report 'a damning indictment of failed global leadership on climate', 28 February 2022, <https://news.un.org/en/story/2022/02/1112852>

Wesener, Daniel, 2019: Schriftliche Anfrage zum Thema: Museen und Theater im Klimawandel: Was tut Berlin für mehr Nachhaltigkeit, Klima- und Umweltschutz im öffentlichen Kulturbetrieb? Abgeordnetenhaus Berlin Drucksache 18 / 21 946, <https://pardok.parlament-berlin.de/starweb/adis/citat/VT/18/SchrAnfr/s18-21946.pdf>



7 Gebäude als Materiallager anstatt Schadstoffdepots

Ingo Malter

Nachhaltigkeit im Geschosswohnungsbau mit zirkulärem Bauen

Im Gebäudebereich haben sich die Klimaschutzmaßnahmen bisher vor allem auf den energie- und ressourcensparenden Betrieb von Bestandsgebäuden und Neubauten konzentriert. Inzwischen wird auch verstärkt über die ökologische Verträglichkeit und die Treibhausgasemissionen von Baumaterialien nachgedacht. Die eingesetzten Baustoffe verursachen derzeit über 50 % der Klimagasemissionen im Gebäudebereich. Das Bauwesen sorgt für 52 % des Abfallaufkommens und 90 % der Inanspruchnahme mineralischer Ressourcen. Das muss, kann und wird sich ändern.

Im Geschosswohnungsbau kommunaler Wohnungsunternehmen ist der nachhaltige Umgang mit Baustoffen eine besonders große Herausforderung. Eine möglichst hohe Anzahl an Wohnungen zu möglichst geringen Kosten zu produzieren, bleibt vorrangiges Ziel, um die breite Bevölkerung mit bezahlbarem Wohnraum versorgen zu können.

Anders als etwa im Bereich der Eigentumswohnungen für den gehobenen Bedarf sind hier die Budgets für ökologisch verträgliches Bauen besonders knapp. Auch von politischer Seite sind die Bauherren zunehmend gefordert, auf Nachhaltigkeit beim Einsatz von Baumaterialien zu achten – in Berlin durch die Anerkennung der Klimanotlage am 10. Dezember 2019 des Senats und die „Verstärkten Maßnahmen Berlins in Anerkennung der Klimanotlage“ vom 8. Juni 2021, mit denen auch die landeseigenen Wohnungsunternehmen stärker in die Pflicht genommen werden.



Abbildung 32: Alt-Britz: Blick in den gemeinschaftlichen Hof, Vorentwurfsstand [Quelle: Arge ZRS Architekten GvA mbH und Bruno Fioretti Marquez GmbH]



Abbildung 33: Alt-Britz: Blick nach Süden von Alt-Britz, Vorentwurfsstand [Quelle: Arge ZRS Architekten GvA mbH und Bruno Fioretti Marquez GmbH]



Abbildung 34: Alt-Britz: Lageplan mit Holzhaus im Norden und Ziegelhaus im Süden, Vorentwurfsstand [Quelle: Arge ZRS Architekten GvA mbH und Bruno Fioretti Marquez GmbH]

Im Geschosswohnungsbau kann wegen hoher Fertigstellungszahlen allein schon durch den Skaleneffekt auch mit kleinen Verbesserungen viel erreicht werden. Gerade die kommunalen Wohnungsunternehmen tragen zudem eine gesamtgesellschaftliche Verantwortung, die über die reine Versorgung der Bevölkerung mit günstigem Wohnraum hinausgeht – und sie haben Vorbildfunktion für andere Bauträger.

Die energetische Optimierung und der klimaneutrale Betrieb von Wohngebäuden sind bereits weitgehend erforscht, die Grenzen dessen, was hier mit angemessenem Aufwand-Nutzen-Verhältnis möglich ist, sind weitgehend ausgelotet. Im Bereich der Baustoffe gibt es dagegen noch Nachholbedarf.

Viele Fragen sind noch unzureichend geklärt: Welche materiellen Ressourcen führen zu einer weiteren signifikanten CO₂-Einsparung? Wie viel CO₂ kann durch die Verwendung von ökologischen Baustoffen wie Holz, Zellulose und Recycling-Material im Vergleich zu konventionellen Materialien eingespart werden? Kann ein ökologisch vorteilhafter Geschosswohnungsbau auch wirtschaftlich konkurrenzfähig sein? Löhnen sich höhere Baukosten langfristig gesehen ökologisch wie wirtschaftlich?

Holz, Ziegel, Lehm – STADT UND LAND Wohnbauten-Gesellschaft startet Pilotprojekt zum nachhaltigen Geschosswohnungsbau

Die STADT UND LAND geht diesen Fragen nun mit einem Forschungsprojekt auf den Grund. Sie errichtet zwei Gebäude, deren Lagen, Grundrisse, Gestalt und Geschossigkeit gleich sind – einmal in Ziegel-Holzbauweise und einmal als Holz-Lehm-Bau. Ziel ist es, die CO₂-Emissionen um mindestens 50 % durch den Einsatz nachwachsender Rohstoffe in der Gebäudehülle zu reduzieren und die ökologische Bilanz der beiden Bauweisen untereinander, aber auch mit der herkömmlichen Standard-Bauweise in der Nachbarschaft vergleichen zu können.

Die beiden Gebäude fügen sich städtebaulich in die Umgebung ein. Sie verfügen über 36 Mietwohnungen, 18 davon sind barrierefrei und 6 werden für die Vermietung an Inhaber eines Wohnberechtigungsscheins gefördert. Der Bauantrag wird in Kürze eingereicht und die Fertigstellung ist nach eineinhalb- bis zweijähriger Bauphase für das dritte Quartal 2024 geplant.



Abbildung 35: Materialproben, Lehmbauplatte und Naturfaserdämmungen [Quelle: STÖBE. Die Agentur für Kommunikation GmbH]



Abbildung 36: Musterwand Holz-Lehm-Haus [Quelle: STÖBE, Die Agentur für Kommunikation GmbH]



Abbildung 37: Musterwand Ziegel-Holz-Haus [Quelle: STÖBE, Die Agentur für Kommunikation GmbH]



Abbildung 38: Wandquerschnitt, Ziegelwand mit Perlitefüllung [Quelle: STÖBE, Die Agentur für Kommunikation GmbH]



Abbildung 39: Wandquerschnitt Holzwand mit Naturfaserdämmung [Quelle: STÖBE, Die Agentur für Kommunikation GmbH]

Unterstützt wird das Projekt durch die Berliner Senatsverwaltung für Umwelt, Mobilität, Verbraucher- und Klimaschutz und durch die Deutsche Bundesstiftung Umwelt. Prof. Elisabeth Endres vom Institut für Bauklimatik und Energie der Architektur an der TU Braunschweig, Prof. Eike Roswag-Klinge vom Natural Building Lab der TU Berlin und Prof. Piero Bruno vom Institut Wohnen und Entwerfen der Universität Stuttgart begleiten das Forschungsprojekt wissenschaftlich. Sie beobachten, messen, bewerten und vergleichen die Gebäude bei ihrer Errichtung und ihrem anschließenden Betrieb.

Noch in der Konzeptionsphase findet ein wissenschaftlicher Vergleich von ökologischer und ökonomischer Wirkung der Gebäude im Lebenszyklus statt. Dazu werden die Daten der Gebäudevarianten mit Simulationen und Nachhaltigkeitsberechnungen nach der klassischen Ökobilanz (Life Cycle Assessment [LCA]) und nach den Lebenszykluskosten (Life Cycle Cost Assessment [LCC]) gegenübergestellt. Die Gebäude werden möglichst robust, einfach, solide und langlebig konzipiert. Zirkuläres Bauen, also Wiederverwendung und Sicherung der Wiederverwendbarkeit von eingesetzten Bauteilen und Bauteilkomponenten, ermöglicht Materialkreisläufe statt Einmalbenutzung mit anschließend notwendiger abschließender Entsorgung. Dazu tragen beispielsweise hohe Anteile an recyceltem und recyclingfähigem Material bei oder auch reversible Verbindungen zwischen den Bauteilen. So wird aus einem Gebäude ein Materiallager für künftige Wieder- und Weiterverwendung von Materialien.

Bereits in der Bauphase soll sich der Technikeinsatz auf das Notwendigste beschränken. So lassen sich Abfälle und CO₂-Emissionen vermeiden. Auf aufwendige Gebäudetechnik sowie Klima- und Lüftungstechnik wird verzichtet. Stattdessen sorgen Baumaterialien, Oberflächen und eine klimaangepasste Gebäudegestaltung für ein angenehmes und gesundes Raumklima. Ein Beispiel hierfür ist, Feuchträume so zu platzieren, dass sie mit der Fassade abschließen, und sie mit feuchtigkeitsaufnehmenden und -abgebenden Wänden aus natürlichen Materialien zu versehen. Anders als Feuchträume, die sich im Gebäudekern befinden und hermetisch abgedichtet sind, kann dann auf eine aufwendige Belüftungstechnik verzichtet werden. Der Lowtech-Ansatz senkt zudem die künftigen Betriebskosten durch den geringeren Aufwand für Instandhaltung und Instandsetzung.

Die Einhaltung aller aktuell geltenden Anforderungen des Wärme-, Schall- und Brandschutzes ist bei diesem Pilotprojekt zwar selbstverständlich und nicht unmöglich, aber schwierig und teuer. Langfristig ist die These zu überprüfen, dass hohe Anfangsinvestitionen die Langlebigkeit von Gebäuden verbessern und die Instandsetzungsintervalle verlängern. Wenn dies gelingt, könnte der viel zitierte Widerspruch zwischen Ökologie und Ökonomie ganz oder in Teilen aufgelöst werden. Die Frage muss aber auch erlaubt sein, ob gewisse gesetzliche Standards, die vor langer Zeit entwickelt wurden, heute noch zeitgemäß sind, oder ob sie besser an die neuen Herausforderungen durch den Klimawandel und die Nachhaltigkeitsziele angepasst werden sollten.



Abbildung 40: Modell Holz-Lehm-Innenwand [Quelle: STÖBE. Die Agentur für Kommunikation GmbH]

Die bisherige Arbeit am Pilotprojekt hat auch gezeigt, dass es kaum geeignete gesetzliche Grundlagen für Real-Labore wie dieses gibt. Das erschwert ebenfalls die Konzeption und Realisierung zukunftsweisender Modellprojekte im Gebäudebereich, mit denen die These überprüft werden kann, ob ökologische und ökonomische Ziele mit guten innovativen Ideen in Einklang gebracht werden können und ob sie auf die Anerkennung und Wertschätzung bei den Nutzerinnen und Nutzern stoßen.

8 Umweltfußabdruck von Gebäuden

Rolf Frischknecht

Die Entstehung von Treibhausgasemissionen beschränkt sich bei Gebäuden nicht nur auf die Errichtung und den Energieverbrauch während der Nutzungszeit. Anhand von zwei Studien lässt sich zeigen, welche Faktoren bei der Bilanzierung von Gebäuden zu beachten sind. Aus den Erkenntnissen lassen sich außerdem Schlüsse für den zukünftigen Umgang mit Gebäudebilanzierung, insbesondere im Hinblick auf sogenannte „Netto-Null-Gebäude“, ziehen. In der Folge bedeutet dies auch, dass neue einheitliche Benchmarks sowie Präzisierungen bei der Formulierung von Maßstäben und Zielen erforderlich sind.

Studie „Umweltfußabdruck von Gebäuden in Deutschland“

Das Ziel dieser Studie war es, die Umweltauswirkungen der Herstellung, Errichtung und Erhaltung sowie der Modernisierung und der Nutzung von Wohn- und Nichtwohngebäuden im Hochbau Deutschlands einschließlich vor- und nachgelagerter Prozesse (Umweltfußabdruck des Handlungsfelds „Errichtung und Nutzung von Hochbauten“) in einer sektorübergreifenden Betrachtung zu quantifizieren. Ein weiteres Ziel der Studie war es, die entstandenen Umweltauswirkungen hinsichtlich der planetaren Grenzen zu beurteilen. In dieser Studie wurden neben den Treibhausgasemissionen (THG-Emissionen) die Luftbelastung mit Feinstaub, die Eutrophierung, die verbrauchende Wassernutzung und Biodiversitätsverluste analysiert.

Die Umweltauswirkungen der Wohn- und Nichtwohngebäude in einer sektorübergreifenden Betrachtung umfassen zwei Bereiche. Der erste sind die Umweltauswirkungen von der Rohstoffgewinnung bis zur Errichtung neuer und der Modernisierung bestehender Gebäude. Den zweiten Bereich bilden die Umweltauswirkungen von der Gewinnung bis zur Nutzung der Energieträger für die Erzeugung der Raumwärme und -kälte sowie der Erzeugung und Nutzung des Stroms für den Betrieb der Gebäude. Der Rückbau von Wohn- und Nichtwohngebäuden sowie Entsorgung und Recycling der Baustoffe werden hier nicht berücksichtigt.

Als Datengrundlagen dienten die multiregionale Input-Output-Tabelle „Exiobase Version 3.4“ (Jahr 2011), nationale Statistiken und der Ökobilanzdatenbestand DQRv2:2016. Die Qualität der in dieser Studie verwendeten Daten wird als genügend bis gut eingestuft.

Die Studie hat aufgezeigt, dass im Jahr 2014 40 % (362 Mio. t CO₂-Äquivalente) der THG-Emissionen Deutschlands durch die Herstellung, Errichtung, Modernisierung und durch die Nutzung und den Betrieb von Wohn- und Nichtwohngebäuden verursacht wurden. Zulieferer im Ausland verursachten weitere 35 Mio. t CO₂-Äquivalente. Der gesamte Fußabdruck des Handlungsfelds „Errichtung und Nutzung von Hochbauten“ beträgt 398 Mio. t CO₂-Äquivalente.

75 % des THG-Fußabdrucks des Handlungsfelds (297 Mio. t CO₂-Äquivalente) und damit 33 % der nationalen THG-Emissionen wurden durch die Nutzung und den Betrieb von Wohn- und Nichtwohngebäuden verursacht (siehe Abbildung 41).

25 % des THG-Fußabdrucks des Handlungsfelds „Errichtung und Nutzung von Hochbauten“ (65 Mio. t CO₂-Äquivalente im Inland und damit 7 % der nationalen THG-Emissionen, 35 Mio. t CO₂-Äquivalente im Ausland) wurden durch die vorgelagerten Lieferketten der Herstellung, Errichtung und Modernisierung der Wohn- und Nichtwohngebäude und durch die direkten Emissionen der Bauwirtschaft (Anteil Hochbau) verursacht. Bei der Herstellung, Errichtung und Modernisierung von Wohn- und Nichtwohngebäuden (Baustoffindustrie, Bauwirtschaft und Lieferketten weiterer Zulieferer) verursachen die Herstellung von Zement, Kalk und Gips mit 21 % und die Stromproduktion mit Kohle mit 15 % die größten Anteile der THG-Emissionen der Herstellung, Errichtung und Modernisierung.

Die sektorübergreifende Betrachtung der Studie hat gezeigt, dass beim Handlungsfeld „Errichtung und Nutzung von Hochbauten“ pro Tonne direkt emittierter Treibhausgase zusätzlich noch 2,4 t versteckte Treibhausgasemissionen verursacht werden, und zwar indirekt durch Energiebereitstellung und durch die Herstellung, Errichtung und Modernisierung der Wohn- und Nichtwohngebäude.

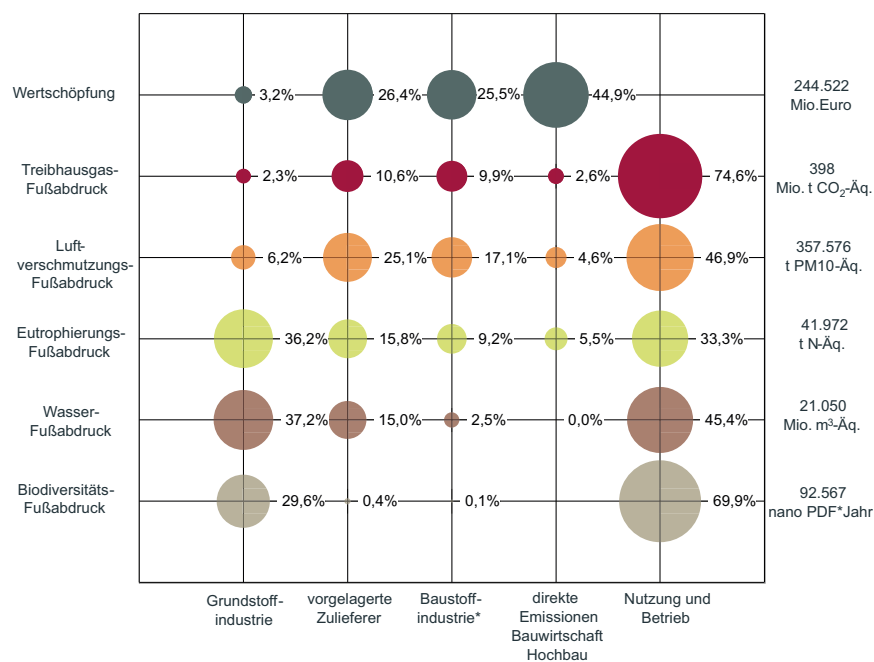


Abbildung 41: THG-Fußabdruck und weitere Indikatoren des Handlungsfelds „Errichtung und Nutzung von Hochbauten“ (*Baustoffindustrie und weitere direkte Zulieferer)

[Quelle: Rolf Frischknecht]

Die Beurteilung hinsichtlich der planetaren Grenzen hat gezeigt, dass eine globale Reduktion der THG-Emissionen um 77 % notwendig ist, um innerhalb der Belastbarkeitsgrenzen der Erde zu bleiben. Zur Aufteilung der notwendigen Reduktion auf die Handlungsfelder wurde in dieser Studie davon ausgegangen, dass alle Handlungsfelder ihre THG-Emissionen mit derselben Quote reduzieren müssen. Die handlungsfeldspezifische Reduktion der THG-Emissionen für das Handlungsfeld „Errichtung und Nutzung

von Hochbauten“ beträgt demzufolge 77 %. Soweit in Deutschland sektorspezifische Reduktionsziele formuliert werden, müsste diese Aussage angepasst werden.

Diese notwendige Reduktion basiert auf einem globalen Grenzwert, der eine 50 %-Wahrscheinlichkeit widerspiegelt, den Anstieg der Temperatur bis zum Jahr 2100 unterhalb 2 °C gegenüber dem vorindustriellen Niveau halten zu können. Neuere wissenschaftliche Erkenntnisse zeigen auf, dass ein maximaler Anstieg der Temperatur um weniger als 1.5 °C anzustreben ist. Auf Basis des Paris-Abkommens fordern die im IPCC organisierten Wissenschaftler deshalb Netto-Null-Emissionen bis spätestens 2050.

Anfang 2015 wurde der Bericht „Zielwert Gesamtumweltbelastung Gebäude“ veröffentlicht, in welchem die Machbarkeit eines Zielwerts gemäß dem Bilanzierungskonzept des SIA (Schweizerische Ingenieur- und Architektenverein)-Effizienzpfads Energie anhand von gut 30 Gebäuden geprüft wurde. Unter den analysierten Gebäuden befanden sich nur wenige Bürogebäude. Zudem stellte sich die Frage nach den Umweltauswirkungen von Gebäuden mit unterschiedlichem Technisierungsgrad in Bezug auf Heizen und Lüften. Deshalb haben das Schweizer Bundesamt für Energie und das Schweizer Bundesamt für Umwelt weitere Bürogebäude hinsichtlich ihrer Umweltbelastung bilanzieren lassen.

Studie „Umweltauswirkungen unterschiedlich technisierter Gebäude“

Im Rahmen der zweiten Studie werden vier Gebäude gemäß den grundlegenden methodischen und inhaltlichen Annahmen und Definitionen der vorstehend erwähnten Studie bilanziert, und zwar das Bürogebäude ARE in Ittigen/Schweiz; das Bürogebäude 2226 in Lustenau/Österreich; das Bürogebäude HPZ an der ETH Zürich/Schweiz sowie das Wohngebäude 2SOL in Witikon (Zürich)/Schweiz.

Methodik

Von den vier Gebäuden wird die Umweltbelastung der Gebäudeerstellung (inklusive Entsorgung), des Betriebs und der gebäudeinduzierten Mobilität erfasst. Gemäß der KBOB (Koordinationskonferenz der Bau- und Liegenschaftsorgane der öffentlichen Bauherren)-Empfehlung 2009/1:2012 „Ökobilanzdaten im Baubereich“ werden die vier Umweltindikatoren Gesamtumweltbelastung, Treibhausgasemissionen und kumulierter Energieaufwand gesamt und nicht erneuerbar zur Beurteilung der Umweltbelastung der Gebäude herangezogen. Die Studie beschränkt sich jedoch auf den Primärenergiebedarf nicht erneuerbar. Der Primärenergiebedarf gesamt wird nicht ausgewiesen.

Untersuchte Gebäude

Die Gebäude unterscheiden sich stark bezüglich Volumetrien, Technisierung und Materialisierung (siehe Tabelle 3). Damit können Erkenntnisse gewonnen werden, inwiefern die Technisierung beziehungsweise die Materialisierung sich auf die Höhe der Gesamtumweltbelastung, der Treibhausgasemissionen und des Primärenergiebedarfs

von Bürogebäuden auswirken können. Abschließend zeigt Tabelle 3 die Gesamtumweltbelastung der vier Gebäude in Umweltbelastungspunkten (UBP) pro Quadratmeter und Jahr für die Erstellung, den Betrieb und die gebäudeinduzierte Mobilität auf.

GEBÄUDENAME	ARE, ITTIGEN	2226, LUSTENAU	HPZ, AREAL ETH HÖNGGERBERG	2SOL MFH, WITIKON
ART/NUTZUNG	Bürogebäude	Bürogebäude	Bürogebäude	Wohngebäude
BAULICHE MASSNAHMEN	Neubau	Neubau	Sanierung	Neubau
ENERGIESTANDARD/LABEL	Minergie-P-Eco			
BAUART	Mischbauweise	Massivbau	Massivbau	Massivbau
ENERGIEBEZUGSFLÄCHE m ²	2.552	3.201	2.780	3.112
BAUJAHR/SANIERUNG	2012–2013	2013	2011	2013–2014
HEIZSYSTEM	Grundwasser-Wärmepumpe, Solarkollektoren	keines	Anergienetz ETH	Erdsonden-Wärmepumpe, Hybridkollektoren
WÄRMEVERTEILUNG	Fußbodenheizung	keine	Hepta-Paneele, Airboxen	Fußbodenheizung
BELÜFTUNG	Lufttechnische Anlage mit mechanischer Lüftung	Lüftungsklappen, CO ₂ - und temperaturgesteuert	Dezentrale Zuluft (Airboxen), zentrale Abluft (Hepta-Paneele)	Lufttechnische Anlage mit mechanischer Lüftung
ERSTELLUNG IN UBP/m ² a	14.300	11.500	9.590	16.500
BETRIEB IN UBP/m ² a	11.500	10.600	21.800	7.710
GEBÄUDEINDUZIERTER MOBILITÄT IN UBP/m ² a	12.700	14.300	15.100	6.460

Tabelle 3: Übersicht über die analysierten Gebäude mit Angaben zur Art der Nutzung und weiteren wesentlichen Charakteristika
[Quelle: Rolf Frischknecht]

Ergebnisse

Abbildung 42 stellt die Gesamtumweltbelastung der vier untersuchten Gebäude den bilanzierten Gebäuden der ursprünglichen Studie gegenüber. Ersichtlich ist, dass sich die Gebäude pro Nutzungstyp, aber auch pro Erstellungsart (Sanierung versus Neubau), unterscheiden. Während bei den Sanierungen bereits ein Großteil der Primärstruktur amortisiert ist, bleibt der Heizwärmebedarf auch nach der Sanierung in der Regel höher als bei Neubauten. Die Gesamtumweltbelastung der Erstellung des HPZ-Bürogebäudes liegt im Rahmen derjenigen der anderen Sanierungen. Während der Sanierung erfolgten an der Gebäudehülle zwar nur minimale Eingriffe, aber die Gebäudetechnik wurde komplett erneuert. Der Betrieb hingegen weist deutlich höhere Umweltbelastungen auf. Dies hat verschiedene Gründe. Einerseits wird die Erstellung des Anergienetzes dem Betrieb angerechnet. Andererseits ist der Raumwärmebedarf

verhältnismäßig hoch, weil die Gebäudehülle vorwiegend aus denkmalpflegerischen Gründen nur minimal isoliert wurde.

Bei Neubauten ist der Bereich Erstellung dominant. Dank gut gedämmten Gebäudehüllen und moderner Gebäudetechnik zeigen Neubauten eher tiefe Werte in der Betriebsphase, dafür höhere Werte in der Gebäudeerstellung. Die Büroliegenschaften ARE und 2226 verursachen in der Erstellung tiefere Gesamtumweltbelastungen als die beiden anderen Büroliegenschaften (A und B).

Die Wohnliegenschaft 2SOL hingegen weist im Vergleich zu den anderen Wohnliegenschaften verhältnismäßig hohe Belastungen in der Erstellung auf. Das liegt am ungünstigen Verhältnis von Geschossfläche zu Energiebezugsfläche (ein unbeheiztes Kellergeschoss auf drei Vollgeschosse), an den vielen tragenden Innenwänden und an der eher aufwendigen Gebäudetechnik. Hinsichtlich des Betriebs zeigt die 2SOL-Technik jedoch wiederum eine geringere Umweltbelastung als klassische Neubauten. Das Bürogebäude 2226 weist sowohl in der Erstellung als auch im Betrieb eine leicht geringere Umweltbelastung auf als das ARE-Gebäude.

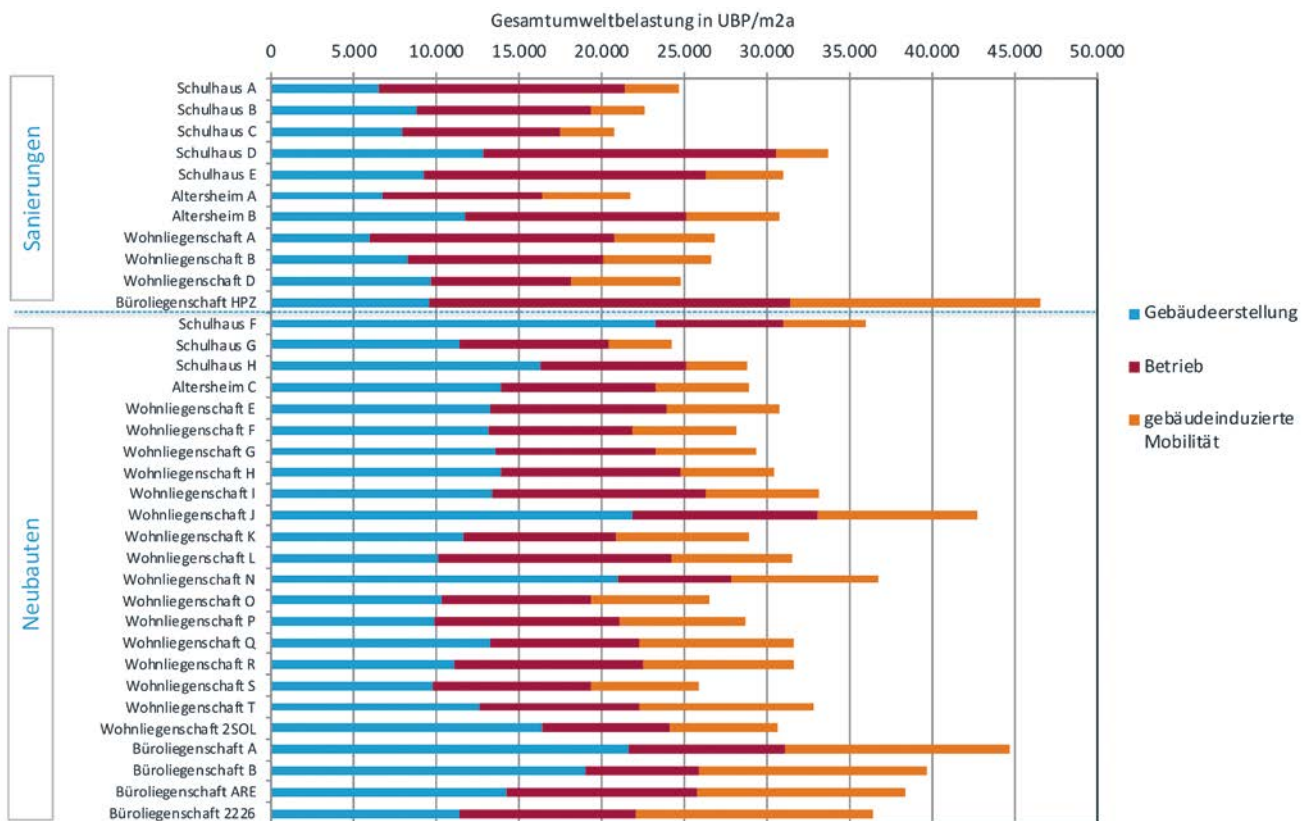


Abbildung 42: Gesamtumweltbelastung aller in Tschümperlin et al. (2016) und in Wyss et al. (2015) untersuchten Gebäude, aufgegliedert in Erstellung, Betrieb und gebäudeinduzierte Mobilität. Bei den Gebäuden oben handelt es sich um Sanierungen, die Gebäude unten sind Neubauten. [Quelle: Rolf Frischknecht]

Fazit

Die untersuchten vier Gebäude liegen alle nahe oder unter den Zielwerten nach dem SIA-Effizienzpfad Energie (SIA 2040) des Schweizer Architektenvereins. Das Minergie-P-Eco-Gebäude (ARE-Bürogebäude) und das Gebäude 2226 mit reduzierter Gebäudetechnik unterschreiten die Zielwerte nach dem SIA 2040 bezüglich Treibhausgasemissionen und nicht erneuerbarer Primärenergie deutlich und sie unterschreiten auch die Zielwerte für die Gesamtumweltbelastung. Einzig der Richtwert für die Gesamtumweltbelastung im Betrieb wird beim ARE-Bürogebäude und beim Gebäude 2226 überschritten. Die Wohnliegenschaft 2SOL überschreitet die Zielwerte für die Gesamtumweltbelastung und die Treibhausgasemissionen. Dies deshalb, weil alle drei Richtwerte der Erstellung überschritten werden. Dafür werden die Richtwerte des Betriebs bezüglich aller Umweltindikatoren erfüllt. Beim HPZ-Bürogebäude trifft das Gegenteil zu. Alle Richtwerte der Erstellung werden unterschritten, während die Richtwerte des Betriebs in allen Indikatoren überschritten werden. Insgesamt unterschreitet das HPZ-Bürogebäude die Zielwerte bezüglich Gesamtumweltbelastung und Treibhausgasemissionen.

Das Anergienetz kann die Zielwerterreichung unterstützen, falls nebst dem Wärmebedarf auch ein Kühlbedarf gegeben ist. Zusätzlich müssen die großen Installationen (Ringleitung, Erdsondenfelder) gut ausgelastet sein. Mitentscheidend für die Umweltintensität des Anergienetzes und letztendlich für die Zielerreichung ist die Lebensdauer der Ringleitung und der Erdsonden, welche gemäß den eher konservativen Vorgaben von SIA 2032 angesetzt wurden.

Hauptverantwortlich für die hohen Umweltauswirkungen in der Betriebsphase des HPZ-Gebäudes ist der sehr hohe Raumwärmebedarf. Dies liegt daran, dass bewusst auf Dämmungsmaßnahmen der Fassade verzichtet wurde. Das Energiekonzept sah die Verwendung eines speziellen Strommixes vor, der in dieser Studie aus Vergleichsgründen nicht berücksichtigt ist. Mit einer Senkung des Raumwärmebedarfs hätte die Umweltbilanz des HPZ-Gebäudes wesentlich verbessert werden können.

Die tiefen Umweltauswirkungen im Betrieb des 2SOL-Wohnhauses können dessen Mehraufwendungen in der Erstellung nicht beziehungsweise nur knapp kompensieren. Hierbei ist zu berücksichtigen, dass es sich einerseits um ein Prototypgebäude mit ineffizienter Warmwassererwärmung (Reihenschaltung zweier Wärmepumpen) handelt, andererseits die Ökobilanz auf Planungsdaten basiert. Ob sich der Trade-off zwischen höheren Umweltauswirkungen in der Erstellung aufgrund ausgeklügelter Heizsysteme und dafür geringen Auswirkungen im Betrieb lohnt, ist abhängig vom Objekt und von der Kompetenz des Planungsteams.

Daraus lässt sich schließen, dass Wege über mehr Gebäudetechnik wie zum Beispiel beim ARE-Gebäude (Minergie-P-Eco) als auch über eine stark reduzierte Gebäudetechnik (z. B. Bürogebäude 2226) zielführend sein können. Das Bürogebäude 2226 kann dank seiner kompakten Gebäudeform, dem kleinen Fensteranteil und der hohen Speicherwirkung der schweren Massivbauweise auf eine Heizung und Klimatisierung kom-

plett verzichten und reduziert damit den Aufwand an Gebäudetechnik im Vergleich stark. Das wirkt sich sowohl im Bereich Erstellung als auch im Betrieb positiv aus – und wohl vor allem auch im Unterhalt.

Bei einer aufwendigen Gebäudetechnik sind eine richtige Dimensionierung, eine gute Planung und vor allem eine Optimierung aller Systemkomponenten maßgebend. Dabei sind Investitionen in die Gebäudetechnik und erneuerbare Energien kein Freipass für hohe Raumwärmebedarfe. Ein Optimum des Aufwands der Erstellung (Dämmen, Gebäudetechnik) und des Betriebs (Raumwärme) sollte jeweils in der Vorprojektphase projektspezifisch mit Ökobilanzen (SIA 2040) eruiert werden.

Modellierungsgrundsätze und Definition Gebäude mit Netto-Null-Treibhausgasemissionen

Modellierungsgrundsätze

Es ist verlockend, sich in Gebäude-Ökobilanzen Gutschriften anrechnen zu lassen. Weit verbreitet sind Emissionsgutschriften für vor Ort mit Fotovoltaikanlagen erzeugte und exportierte Elektrizität sowie für das Wiederverwerten von Baumaterialien am Ende des Lebenszyklus des Gebäudes. Es wurde gezeigt, dass diese Emissionsgutschriften keine Negativemissionen sind, die Kooperation mit anderen Marktteilnehmern erfordern und oftmals doppelt verbucht werden. Es ist deshalb davon abzuraten, den Ansatz der Emissionsgutschriften in Gebäude-Ökobilanzen zu verwenden.

Typologie von Definitionen für Netto-Null-Gebäude

Es gibt mehrere unterschiedliche Definitionen von „Netto-Null-“ oder „klimaneutralen“ Gebäuden, die für Verwirrung sorgen. Verschiedene Ansätze quantifizieren die Treibhausgasemissionen von Gebäuden während ihres Lebenszyklus. Es wird eine Typologie vorgeschlagen, die auf der Unterscheidung zwischen absoluten und Netto-Null-Emissions-Gebäuden in Bezug auf den Betrieb und den gesamten Lebenszyklus basiert. Neben dem absoluten Null-Emissions-Ansatz gibt es drei verschiedene Netto-Null-Emissions-Ansätze: erstens einen Nettobilanzansatz, bei dem Gutschriften aufgrund potenziell vermiedener Emissionen jenseits der Systemgrenze durch exportierte Energie einbezogen werden; zweitens einen Kompensationsansatz, der auf dem Erwerb von klassischen CO₂-Zertifikaten beruht; und drittens einen technischen Ansatz, der auf Technologien mit Negativemissionen basiert. Die Angabe des gewählten Ansatzes wird für Klarheit bei der Diskussion über (Netto-/Absolut-)Null-Emissionen oder klimaneutrale Gebäude sorgen.

Folgerungen

In der Gesamtschau lassen sich unter anderem folgende Schlüsse aus den beiden Studien ziehen. Zunächst sind Gebäude und die Lieferketten bei deren Erstellung bedeutende Emittenten von Treibhausgasen. Es braucht daher dringend rechtlich ver-

bindliche Benchmarks für Gebäude (pro Quadratmeter Fläche und Jahr) zu den maximalen Treibhausgasemissionen und zur minimalen Menge biogenen Kohlenstoffs im Gebäude.

Schließlich sollte eine Definition von Netto-Null-THG-Emissions-Gebäuden gefunden werden, welche die Herstellung, den Betrieb und die Entsorgung umfasst, welche darüber hinaus auf Gutschriften verzichtet und Restemissionen mit Negativemissions-Technologien (NET) ausgleicht.

9 Stadt, Land, Anders – Architektur und Planung für eine solidarische Postwachstumsgesellschaft

Julia Halbauer

Einführung

Wann ist die Zukunft eigentlich von einem Versprechen zu einer Bedrohung geworden? Und was können Planerinnen und Planer tun, um das zu ändern? Dass es jedenfalls nicht so weitergehen kann wie bisher, machen zunehmende ökologische, wirtschaftliche und soziale Krisen deutlich. Urbane und ländliche Räume, geformt von kapitalistischem Wachstumsdruck und imperialer Lebensweise (siehe Brand/Wissen 2017), stoßen mehr und mehr an ihre Grenzen. Gleichzeitig wird der Wunsch nach einer Veränderung vor allem durch jüngere Generationen immer lauter. Seit der Finanzkrise 2008 hat sich unter dem Stichwort Postwachstum beziehungsweise Degrowth ein dynamisches Forschungsfeld entwickelt, welches seither zu einem Bezugspunkt vielfältiger sozial-ökologischer Bewegungen geworden ist. Dabei geht es nicht nur um eine grundlegende Kritik am vorherrschenden wirtschaftlichen und gesellschaftlichen Leitprinzip „Höher, schneller, weiter“, welches nicht nur zur Überschreitung der planetaren Grenzen, sondern auch zur zunehmenden gesellschaftlichen Beschleunigung, Überforderung und Ausgrenzung führt. Postwachstum ist vor allem auch eine Vision für eine andere Wirtschaftsweise und Gesellschaftsform, die das gute Leben für alle zum Ziel hat und angesichts globaler Krisen Pfade für eine grundlegende Gesellschaftsveränderung aufzeigt. Obwohl Architektur und (Raum-)Planung entscheidende Schnittstellen zwischen Theorie und praktischer Umsetzung darstellen, spielen sie in der Debatte um Postwachstum/Degrowth eine bisher nur wenig diskutierte Rolle. In ihrer Diplomarbeit versuchte sich Julia Halbauer in einer Einführung in diesen Themenkomplex. Dieser Beitrag ist eine Kurzfassung der Arbeit.

Räumliche Zusammenhänge von Wachstum und Wachstumskritik

Was ist Wachstum?

Um über Postwachstum reden zu können, muss zuerst definiert werden, was überhaupt unter Wachstum verstanden wird, wie es zustande kam und welche räumlichen Zusammenhänge es gibt. Wirtschaftswachstum beschreibt die quantitative Zunahme der wirtschaftlichen Leistungsfähigkeit einer Volkswirtschaft, also die Produktion von Waren und Dienstleistungen, in einem bestimmten Zeitraum. Das wird gemessen im Bruttoinlandsprodukt, also dem BIP. Wirtschaftswachstum ist ein relativ neues Phänomen: erst seit Mitte des 19. Jahrhunderts ist es überhaupt merkbar und zwischen 1950 und 1973 fand das bisher stärkste globale Wachstum statt (siehe von Weizsäcker 2018). Das wachsende BIP ist dabei aber nur ein Oberflächenphänomen eines umfassenderen Steigerungs- und Expansionsprozesses (siehe Schmelzer/Vetter 2019). Die dramatischen Auswirkungen der historisch beispiellosen Zunahme menschlicher Aktivität auf die lebensstiftenden Ökosysteme der Erde seit den 1950er-Jahren wird in den Grafiken zur „Großen Beschleunigung“ sehr gut sichtbar. In diesem Modell werden zwölf sozioökonomische Megatrends mit zwölf ökologischen (Erdsystem-)Megatrends verglichen und grafisch dargestellt (siehe BPB 2017).

Die Entstehung des Wachstumsparadigmas

Wie ist es dazu gekommen, dass Wachstum so in unserer Gesellschaft verankert ist? Und wie formt diese Verankerung unsere räumliche Umgebung? Die Antwort darauf ist sehr komplex. Wirtschaftliches Wachstum hat viele Gründe und hängt nicht „nur“ mit ökonomischen und technischen Ursachen zusammen und kann hier nur sehr verkürzt dargestellt werden. Die Geschichte des Wachstums beginnt in der frühen Neuzeit. Durch Erfindungen wie die mechanische Uhr und die Kartografie wurden Dinge, Arbeitskraft und Flächen erstmals abstrakt messbar, vergleichbar und somit tauschbar. Diese Konzepte wurden zum Ausgangspunkt für die kapitalistische Kolonialisierung der Welt. Dabei entwickelte sich eine rassistische Idee von „Fortschritt“, welche Menschen in zivilisierte und primitive einteilte. Wirtschaftswachstum und Expansion sind also historisch von der kapitalistischen Wirtschaftsweise untrennbar. Der Kapitalismus konnte aber seine volle Kraft erst durch die Verwendung fossiler Brennstoffe entwickeln. Fossile Energie ist also der Schlüsselbegriff für das Verständnis von Wachstumsprozessen. Der Kapitalismus als weltweit dominierendes Wirtschafts- und Gesellschaftssystem hat sich seit seiner Entstehung stetig gewandelt und verschiedene Phasen durchlaufen (vorindustrieller Kapitalismus, industrielle Revolution, Fordismus, Postfordismus). Wesentliche Merkmale dieses Kapitalismus sind unter anderem: Privateigentum über Produktionsmittel, Konkurrenz, Gewinn als Produktionszweck (G-W-G'), Akkumulation des Gewinns. Der Kapitalismus strebt zudem danach, alles als Ware zu handeln – auch Arbeitskraft (siehe Nicoll/Brand 2016).

Während der Industrialisierung in Europa führte die staatlich gestützte und gewaltvolle „ursprüngliche Akkumulation“ (Karl Marx) oder „Landnahme“ (Rosa Luxemburg) zur Ausbreitung der Lohnarbeit. Den Menschen blieb nach dem Verlust ihrer Subsistenzmöglichkeit nur noch der Verkauf ihrer Arbeitskraft. In England mündeten die fortschreitende Industrialisierung, Urbanisierung, das Bevölkerungswachstum und die damit steigenden Kosten der bis dahin gültigen Armenunterstützung in der Verabschiedung des „New Poor Law“ (1834), mit dem jegliche Unterstützung in Form von Geld und Lebensmitteln abgeschafft wurde. Stattdessen wurden die Menschen in den sogenannten „Work-/Poorhouses“ aufgenommen, in denen elende Zustände herrschten (siehe Engels 1845). Es kam zu Arbeiter- und Frauenbewegungen, die schließlich den Weg in die Massendemokratie ebneten. Die Industrie war also im 19. Jahrhundert eine treibende soziale Kraft. Neue Planungskonzepte sollten dabei die Probleme der enorm wachsenden Städte ordnen. Beispielsweise die Gartenstadt-Idee von Ebenezer Howard, in der die Industrie zum Kern der urbanen Funktion wurde und die ein anpassbares und duplizierbares Modell zur Urbanisierung und Industrialisierung des Ländlichen ist. Das Modell hatte auch durchaus sozial-reformistische Ansätze (wie öffentlichen Grundbesitz) und versuchte, Kapitalismus und Kooperation zu vereinen. Howard glaubte an die Industrie als treibende Kraft der modernen Gesellschaft und träumte von der Stadt als soziale Maschine und der Urbanisierung als eigener Industrie. Die Gartenstadt ist somit eine lebhaft illustrierte Ideologie des 19. Jahrhunderts (siehe Tizot 2018).

Im Zuge der Industrialisierung wurde Glaube an Fortschritt (ideologieübergreifend) auch materiell verwirklicht. Schrittweise wurden historisch gewachsene/traditionelle Bauweisen und Baustoffe durch industrielle ersetzt, von der Massenfertigung von Ziegeln bis hin zum Beton, der zum Baustoff der Moderne und zum Inbegriff des Fortschritts wurde.

Erst seit Mitte des 20. Jahrhunderts wird der Begriff Wachstum auf die Wirtschaft angewandt. Durch die Erfindung des BIPs konnte „die Wirtschaft“ erstmals gemessen und verglichen werden. Wachstum wurde zum zentralen Ziel der Politik. Das Modell der sozialen Marktwirtschaft gab dem Wirtschaftsboom der Nachkriegszeit einen Ordnungsrahmen, durch den erstmals ein breiter Teil der Gesellschaft am Wohlstandsgewinn teilhaben konnte. Dafür sorgte auch der Fordismus, der auch für die Architektur und Planung zum Vorbild wurde (siehe Fehl 2007).

Grundlegende Veränderungen seit 1970

Seit den 1970er-Jahren gab es grundlegende wirtschaftliche Veränderungen, die uns bis heute beeinflussen. Mit der Globalisierung wurde die kapitalistische Produktions- und Lebensweise global ausgedehnt. Dieser Prozess wird wesentlich gesteuert in den sogenannten Global Cities (siehe Sassen) – das sind vernetzte wichtige Knotenpunkte des globalen Informations- und Kapitalflusses, hier werden die durch die Globalisierung zersplitterte Industrieproduktion und Finanzdienstleistungen gesteuert.

Gleichzeitig kam es unter anderem verbunden mit der Auflösung des Bretton-Woods-Systems zum Zusammenbruch des Fordismus und damit zum Übergang zum Neoliberalismus. Es folgten umfassende Deregulierungen, Privatisierungen und der Abbau des Sozialstaats (siehe Nicoll/Brand 2016). Die Finanzmärkte bekamen dabei einen immer größeren Einfluss und deren Logik wurde zunehmend auch auf andere Gesellschaftsbereiche ausgeweitet. So wurde auch Boden und Wohnraum immer häufiger finanzialisiert und privatisiert. Auch Stadtverwaltungen handelten vermehrt nach unternehmerischen Faktoren (Stichworte Stadtmarketing, Standortfaktoren, Betongold). Zuletzt kam die moderne Umweltbewegung. Hier dominiert politisch, aber auch in der Architektur und Planung seit den 1990er-Jahren die Idee des grünen Wachstums, welches die Entkoppelung von Wirtschaftswachstum und Ressourcenverbrauch verspricht. Dabei sind „Smart Cities“ auch ein beliebtes Feld, um die Idee des grünen Wachstums auf die Planung zu übertragen.

Sieben Wachstumskritikstränge und ihre räumlichen Bezüge

Ein Zwischenfazit: Moderne Gesellschaften stabilisieren sich über Wachstum. Demokratische und soziale Errungenschaften wurden auf Basis dieser expansiven Moderne erkämpft. Doch nicht alle Menschen profitierten gleich vom Wachstum. Heute nehmen soziale und ökologische Ungleichheiten global zu und drohen, diese Errungenschaften wieder zu zerstören (siehe Schmelzer/Vetter 2019). Unter dem Dachbegriff Postwachstum/Degrowth haben sich vor allem seit der Finanzkrise 2008 eine Reihe von Gesellschafts- und Wachstumskritiken entwickelt. Man differenziert sich dabei

aber ausdrücklich von rechten und konservativen Formen der Wachstumskritik. Matthias Schmelzer und Andrea Vetter haben in ihrem Buch „Degrowth/Postwachstum zur Einführung“ (2019) sieben Stränge der Wachstumskritik definiert, welche hier kurz vorgestellt und um räumliche Zusammenhänge ergänzt werden.

Ökologische Kritik

Die bekannteste Form der Wachstumskritik ist die ökologische Kritik, welche vor allem den vorherrschenden Technikoptimismus des grünen Wachstums und dessen Entkoppelungsthese kritisiert. Laut Postwachstum ist die Idee des grünen Wachstums – also die Entkopplung von Wirtschaftswachstum und Umweltzerstörung – ein Mythos. Diese Argumentation wird im 2019 veröffentlichten Bericht „Decoupling debunked: Evidence and arguments against green growth as a sole strategy for sustainability“ des Europäischen Umweltbüros EEB klar aufgezeigt (EEB 2019). Postwachstum befasst sich daher mit Konzepten der Suffizienz, Klimaschuld, Rebound-Effekten und so weiter (siehe Schmelzer/Vetter 2019). Die Baubranche ist immer noch für fast 40 % der globalen Emissionen verantwortlich (siehe Der Spiegel 2020). Diese Kritikform ist auch in der Architektur und Planung am meisten präsent und wird unter anderem von „Architects for Future“ und anderen Initiativen aufgegriffen.

Sozial-ökonomische Kritik

Die sozial-ökonomische Kritik argumentiert, dass weiteres Wirtschaftswachstum im globalen Norden gar nicht wünschenswert ist, da es die Lebensqualität nicht mehr steigert. Ab einem bestimmten Einkommensniveau wären die sozial-ökologischen Nachteile von Wachstum sogar höher als die Vorteile. Die sozial-ökonomische Kritik liefert somit eine Perspektive, die Postwachstum nicht als Bedrohung, sondern als Voraussetzung für ein gutes Leben für alle sieht (siehe Schmelzer/Vetter 2019). Wohlstand und Konsum äußern sich auch räumlich – beispielsweise durch enge Zusammenhänge zwischen Einkommen und Flächenverbrauch (direkt und indirekt bzw. außerhalb der eigenen Landesgrenzen durch unseren Konsum). Tendenziell steigt die Wohnfläche mit dem Einkommen, aber auch Herkunft und Beruf spielen eine Rolle (siehe Kurrier 2016). Somit werden ungleiche gesellschaftliche Verhältnisse auch im Raum festgeschrieben. Die sozial-ökonomische Kritik wurde durch die Corona-Pandemie und die damit verbundenen Lockdowns wieder vermehrt öffentlich diskutiert. Während wohlhabendere Menschen eher von positiven Erfahrungen durch Entschleunigung und den damit verbundenen Konsumverzicht berichten konnten, waren weniger wohlhabende deutlich stärker betroffen und erlebten neben erheblichen finanziellen Sorgen auch extremen Stress im Alltag, der durch das Zusammenleben auf sehr engem Raum noch verstärkt wurde.

Kulturelle Kritik

Die kulturelle Kritik beschäftigt sich mit mentalen Steigerungslogiken. Der zentrale Begriff der Entfremdung bezeichnet dabei das Unbehagen von Menschen in Wachstumsgesellschaften, das sich im Extremfall durch Depressionen oder Burn-outs äußert (siehe Schmelzer/Vetter 2019). Hartmut Rosa beschreibt beispielsweise, wie sich auch die Zeit-Raum-Wahrnehmung der Menschen durch technische Beschleunigung ver-

änderte. So ließ die Erhöhung der Fortbewegungsgeschwindigkeit durch Innovationen im Transportwesen den Raum in unserer Wahrnehmung stetig schrumpfen, denn Raumwahrnehmung ist abhängig von der Zeit, die wir benötigen, um diesen zu durchqueren. Die räumliche Umgebung kann daher Stress und Zeitknappheit verstärken (Rosa 2005). Entfremdung wird heute maßgeblich im urbanen Raum erfahren. Unter Begriffen wie Recht auf Stadt, zeitgerechte Stadt und Neurourbanistik werden Zusammenhänge zwischen räumlicher und zeitlicher Gerechtigkeit erforscht.

Kapitalismuskritik

Die Kapitalismuskritik argumentiert, dass Wachstum von kapitalistischer Ausbeutung, Akkumulation und fortlaufenden „Landnahmen“ (siehe Marx; Arendt; Luxemburg) abhängt, denn der Kapitalismus ist grundlegend auf Expansion, Steigerung und Intensivierung ausgerichtet und stabilisiert sich eben über dieses Wachstum. Wachstum und Kapitalismus können daher nicht unabhängig voneinander verstanden werden – eine emanzipatorische Postwachstumsgesellschaft müsste also auch eine postkapitalistische sein (siehe Schmelzer/Vetter 2019). Spätestens seit der durch das Platzen einer Immobilienpreisblase ausgelösten Finanzkrise 2007 ist auch die Kritik an der kapitalistischen Verwertungsideologie von Raum präsenter denn je. Unter Stichworten wie „Wem gehört die Stadt?“, der Bodenfrage, „unternehmerische Stadt“ wird die kapitalistische Raumproduktion kritisiert. Diese Kritikform ist vor allem in Großstädten mit rasant steigenden Preisen von Wohnraum sehr präsent.

Feministische Kritik

Die feministische Kritik zeigt, dass das bisherige Wachstum auf einer Ausbeutung von weiblich dominierter Sorge-Arbeit sowie der Natur basiert und diese ungleichen Verhältnisse immer wieder neu hervorbringt (siehe Schmelzer/Vetter 2019). Diese Argumente lassen sich anhand von genderbezogenen Stadtforschungen nachvollziehen. Demnach spiegelt die gebaute Umwelt gesellschaftliche Verhältnisse (bezogen auf alle marginalisierten Gruppen) nicht nur wider, sondern reproduziert sie sogar. Im Zentrum der feministischen Planungskritik, welche sich eng verbunden mit Frauenbewegungen in den 1970er-Jahren formte, stand zunächst die Kritik an fordistischen Wohn- und Stadtstrukturen mit ihren funktionalen Zonierungen, die maßgeblich zur Erschwerung und Einengung des Alltagslebens von Frauen sowie zur geschlechterspezifischen Rollenzuweisung beitrugen. Heute befassen sich feministische Planungskritiken mit der Betrachtung von „Geschlecht“ als gesellschaftlichem Ordnungsprinzip für die bauliche Gestaltung der Umwelt (siehe Frank 2009).

Industrialismuskritik

Die Industrialismuskritik argumentiert, dass die immer komplexer werdenden Infrastrukturen und Techniken, auf denen das Wirtschaftswachstum basiert, selbst bestimmte Herrschaftsformen (Patente etc.) bedingen und sie daher nicht neutral sind (siehe Schmelzer/Vetter 2019). Auch in der Planung gibt es Kritik an der steigenden technischen Komplexität und den damit verbundenen Problemen. Während Hightech als planerischer Stil eigentlich öko-utopische Wurzeln mit Postwachstumsansätzen in den 1960er- und 1970er-Jahren hat (z. B. Buckminster Fuller: „Do more with less“),

wurden Hightech-Gebäude später zum Gesicht der globalisierten Businesswelt und die Architektur zum Statussymbol. Heute kreisen Diskussionen um nachhaltige Architektur und Stadtentwicklung oft um Visionen technischer Möglichkeiten. Zukunftsbilder von „Smart Cities“ zeigen häufig sterile Städte, die steuerbar, messbar und kontrollierbar erscheinen. Aus Postwachstumssicht sind hier neben dem Green-Growth-Paradigma unter anderem auch der fehlende Datenschutz sowie die enorme Abhängigkeit von Tech-Konzernen und damit deren Profitinteressen problematisch. „Einfache“ Technologien und Bauweisen hingegen werden immer noch häufig als rückständig angesehen, auch wenn diese für viele Bedingungen besser geeignet wären. Postwachstum lehnt technische Entwicklung aber nicht prinzipiell ab, sondern beschäftigt sich mit „konvivaler“, bedürfnisorientierter und zugänglicher Technik (siehe Schmelzer/Vetter 2019) – auch unter dem Stichwort Lowtech.

Süd-Nord-Kritik

Die Süd-Nord-Kritik verdeutlicht, dass das Wirtschaftswachstum im globalen Norden eng mit der Ausbeutung der Länder des globalen Südens zusammenhängt. Dadurch werden globale Ungleichheiten fortgeschrieben. Die imperiale Lebensweise (siehe Brand/Wissen 2017) der Länder im globalen Norden kann daher nicht verallgemeinert werden (siehe Schmelzer/Vetter 2019). Diese Kritikform lässt sich anhand der Baubranche gut visualisieren. Zum einen geht es hierbei um prekäre Arbeitsverhältnisse und Unterkunftssituationen von meist migrantischen Arbeiterinnen und Arbeitern. Aber auch für die Beschaffung von Rohstoffen steht die Baubranche stark unter Kritik, was sich gut anhand des Beispiels Sand darstellen lässt: Der für die Zementherstellung geeignete Sand ist zu einem knappen Gut geworden. Das feuert den illegalen Raubbau („Sandgrabbing“) in Ländern des globalen Südens an, was zu umfassenden Schäden von Kriminalität bis hin zu ökologischen Katastrophen führt. Neben dem Raubbau von Rohstoffen ist „Landgrabbing“ ein zunehmendes Problem: Der steigende Konsum in Industrie- und Schwellenländern führt dazu, dass eigene nutzbare Landflächen rar werden und daher Flächen in Ländern des globalen Südens gekauft werden, wobei die Erträge wiederum ins Herkunftsland wandern. Die direkten und indirekten Folgen für die ansässige Bevölkerung sind katastrophal. Postwachstum beschäftigt sich daher mit Post-Development, Post-Extraktivismus, Post-Kolonialismus, wobei hier soziale Bewegungen aus dem globalen Süden zentrale Figuren sowie Partnerinnen und Partner für die Postwachstumsdiskussion sind (siehe Schmelzer/Vetter 2019).

Postwachstum

Die verschiedenen Wachstumskritiken stellen die Basis für die Postwachstumsdiskussion dar. Neben der Kritik geht es bei Degrowth aber vor allem um Visionen und Strategien für eine Gesellschaftstransformation. Dabei bezieht sich Degrowth ausdrücklich auf die früh industrialisierten Länder des globalen Nordens, weil dort der Umweltverbrauch mit Abstand am höchsten ist und auch historisch immer schon war. Soziale Bewegungen aus dem globalen Süden sind aber wichtige Partner. Bevor im nächsten Teil auf postwachstumsorientierte Planung eingegangen wird, hier zum Überblick

der Versuch einer Kurzfassung der Postwachstumsdefinition von Andrea Vetter und Matthias Schmelzer (2019).

Die vorgestellten sieben Kritikstränge bilden die Basis von Postwachstum. Bezogen auf die Transformationsvorstellungen werden aber noch mal fünf Strömungen des Postwachstums unterschieden, die sich natürlich überschneiden: Die institutionenorientierte Strömung zielt auf die Überwindung der politischen Wachstumsfixierung und die Umgestaltung von Institutionen. Die suffizienzorientierte Strömung fokussiert sich auf individuelle Verhaltensänderungen. Die Commons-orientierte Strömung setzt auf Suffizienz in kollektiven Organisationsformen. Die feministische Strömung setzt sich kritisch mit Ausbeutung auseinander und stellt Sorgearbeit ins Zentrum und die kapitalismus- und globalisierungskritische Strömung betont die Notwendigkeit von grundlegenden strukturellen Veränderungen – von der Arbeit bis zu Eigentumsformen.

Trotz dieser unterschiedlichen Ausrichtungen gibt es aber eine gemeinsame Zielvorstellung: die globale ökologische Gerechtigkeit, das gute Leben für alle (globale soziale Gerechtigkeit, Demokratie und Selbstbestimmung) sowie die Wachstumsunabhängigkeit von Institutionen und Infrastrukturen. Diese sollen so umgestaltet werden, dass sie nicht mehr auf Wirtschaftswachstum und Steigerung angewiesen sind.

Um diese Ziele zu erreichen, gibt es mehrere Vorschläge. Erstens muss der Rück- und Umbau von Produktion und Konsum sozial gerecht gestaltet werden. Zweitens sollen Wirtschaftsaktivitäten demokratisiert sowie Formen des solidarischen Wirtschaftens und Commons gestärkt werden. Auch technische Entwicklung soll nicht mehr durch marktorientiertes Gewinnstreben, sondern sozial und ökologisch verträglich und demokratisch gelenkt werden. Ein wichtiger Punkt ist auch die Arbeit. Hier gibt es viele Vorschläge von der Verkürzung der Lohnarbeitszeit ohne Einbußen für untere Gehaltsgruppen über Aufwertung von Sorgearbeit bis zu mehr kollektiver Selbstbestimmung am Arbeitsplatz. Zudem soll schließlich eine soziale Sicherung unabhängig von Lohnarbeit durch eine Form von Grundeinkommen, öffentliche Dienstleistungen und Commons ermöglicht werden, kombiniert mit einer Umverteilung durch Maximaleinkommen und einer sozial-ökologischen Steuerreform. Lebenswichtige Güter und Dienstleistungen sollen nicht mehr vom Markt organisiert werden.

Umgesetzt werden können diese Vorschläge durch drei wesentliche Transformationsstrategien, die einander ergänzen. Erstens innerhalb bestehender Strukturen Freiräume ausbauen und Alternativen testen, zweitens auf einer gesamtgesellschaftlichen Ebene Politiken und Institutionen transformieren und drittens Gegenmacht durch soziale Bewegungen aufbauen, um diese Veränderungen voranzutreiben.

Postwachstum in Architektur und Planung

Zur Gestaltung von Raum nach Postwachstums Kriterien gibt es mehrere Ansätze: soziale Bewegungen, Institutionen sowie Architektur- und Planungspraxis.

Soziale Bewegungen und Initiativen

Die Debatte um Postwachstum ist häufig sehr akademisch und abstrakt. Gerade deshalb sind soziale Bewegungen wichtig, denn sie probieren alternative Praxen und Utopien im Hier und Jetzt aus („Nowtopias“). Damit öffnen sie den Vorstellungsraum und machen Postwachstum greifbar. Postwachstum ist zu einem Bezugspunkt von vielen sozialen Bewegungen geworden, von denen sich viele direkt oder indirekt mit der räumlichen Ebene auseinandersetzen. Einige konkrete Beispiele: Die Anti-Kohle-Bewegung setzt sich mit Aktionen des zivilen Ungehorsams (wie „Ende Gelände“) für den Stopp von Zwangsumsiedlungen, Abreißen, Rodungen, Flächen- und Naturzerstörungen durch Kohleabbau ein. Im globalen Süden setzen sich verschiedene Graswurzelbewegungen und indigene Gruppen (z. B. „Zapatistas“) für Post-Extraktivismus und Post-Development ein. Hierbei werden die eurozentrische Fortschritts- und Entwicklungs-Ideologie und damit verbundene Institutionen (wie IWF, Weltbank), Politiken und sogenannte Entwicklungsprojekte und damit verbundene Privatisierungen von (indigenem) Land und Ausbeutung von Ressourcen kritisiert. In diesem Zusammenhang sind auch die alternativen Entwicklungskonzepte „Buen Vivir“ sowie die Bewegung um Ernährungssouveränität („La Via Campesina“, „Nyéléni“) und im weiteren Sinne auch die „Commons“ sowie die flucht- und migrationspolitische Bewegung zu nennen, denn zahlreiche Fluchtgründe sind direkt oder indirekt das Ergebnis kapitalistischer Wachstumsimperative wie Landgrabbing, Privatisierungen, Ressourcenkriege sowie Auswirkungen des Klimawandels im globalen Süden. Die Bewegung um „Recht auf Stadt“ erhebt sich, vorrangig in urbanen Ballungsräumen, gegen die Behandlung von Raum als Ware und setzt sich für die Vergesellschaftung von Wohnraum und für lokal verankerte Alternativprojekte und solidarische Nachbarschaften ein. Weiter gibt es auch konkrete Projekte wie Ökodörfer, Transition Towns, offene Werkstätten, die als „Nowtopias“ Alternativen testen, häufig selbst organisiert und kollaborativ. Im Zentrum vieler dieser Bewegungen steht die (Wieder-)Aneignung von Boden, Wohn- und öffentlichen Räumen sowie die Forderung nach neuen Modellen, um Land- und Raumproduktion der kapitalistischen Verwertungs-ideologie zu entziehen, sowie die räumliche Verortung und Sichtbarmachung von globalen sozialen Bewegungen und deren Anspruch auf Teilhabe an politischen Prozessen (siehe Degrowth).

Institutionelle Ebene

Neben diesen „Nowtopias“ und dem Aufbau von Gegenhegemonie durch soziale Bewegungen ist die Veränderung von Institutionen und Politiken ein zentraler Transformationsansatz für Postwachstum (siehe Schmelzer/Vetter 2019). Auf der institutionellen Ebene geht es daher stark um die Neuausrichtung und den Umbau von wachstumsabhängigen Institutionen unter dem Ausbau von demokratischer Beteiligung an Entscheidungen, Versorgungsstrategien und räumlicher Gestaltung. Beispiele sind Bürgerinnen- und Bürgerräte oder der neue Munizipalismus, bei dem Aktivistinnen und Aktivistinnen in die Stadtregierung kommen, wie es beispielsweise in Barcelona der Fall ist („Barcelona en comú“). Zentral für die planerische Ebene ist hierbei die Etablierung von gemeinwohlorientiert Boden- und Leerstandspolitiken und kollektiven Eigentumsformen. Für die Definition neuer Werte und Neuausrichtung einer Stadt(verwaltung) ist die Idee eines City-Portraits wie zum Beispiel in Amsterdam (siehe DEAL 2022) interessant.

Auch die Einbindung spezifischer Rätestrukturen als Interessensvertretende auf institutioneller Ebene ist sinnvoll, zum Beispiel die Zusammenarbeit mit Ernährungsräten, um Strategien für die lokale Ernährungswende zu schaffen. Spannende Vorreiter könnten Schottland, Island und Neuseeland werden: Diese drei Länder wollen sich zukünftig am Gemeinwohl orientieren und haben statt dem BIP neue Indikatoren für Wohlstand und Lebensqualität definiert (siehe Felber 2019).

Architektur und Planungspraxis

Auch aus der Architektur- und Planungspraxis gibt es zahlreiche Beispiele, die schon jetzt Postwachstumsprinzipien umsetzen. Hier gilt es, aus Postwachstumsperspektive herauszufinden, wie es gelingen kann, diese Projekte aus der Nische zu bringen – also welche Mechanismen, Regelungen und Handlungsmuster einer breiteren Umsetzung bisher im Weg stehen und wie Lösungsansätze aussehen könnten. Das gute Leben für alle verlangt alternative Wohn- und Eigentumsformen. Planerinnen und Planer entwickeln dafür bereits jetzt neue Typologien. So kombinieren viele gemeinschaftliche Wohnprojekte (Co-Housing) häufig gleich mehrere Postwachstumsprinzipien und werden meist auch partizipativ und soziokratisch geplant und umgesetzt. Gestaltungsprinzipien wie die Permakultur, biophiles Design sowie gendergerechte und barrierefreie Planung – also die Orientierung an Care- und konvivialen Prinzipien – helfen dabei, langfristig nachhaltige Räume zu entwerfen. Dabei sind auch suffizienzorientierte Lowtech-Bauweisen kombiniert mit nachwachsenden und wiederverwendeten Rohstoffen zentral, um Stoffumsätze und Ressourcenverbrauch auf ein Minimum zu reduzieren. Denn um (vor allem, aber nicht nur) der ökologischen Wachstumskritik gerecht zu werden, muss die Architektur des Postwachstums mit dem auskommen, was schon da ist. Zentral sind daher Bestandsnutzung, Rück- und Umbau sowie Entsiegelung, denn Wirtschaftswachstum ist mit Bodenverbrauch gekoppelt. Das Bekenntnis zur Ernährungssouveränität, Bodengüte und Agrarstruktur müssen viel stärker in Planungsdiskussionen integriert werden.

Fazit: Postwachstum braucht Raum

Planung muss für Postwachstum neu gedacht und gängige Annahmen müssen hinterfragt werden: Was ist Planung, für wen planen wir eigentlich und was haben wir als Planerinnen und Planer zu leisten? Die gute Nachricht: Das Rad muss nicht neu erfunden werden. Es gibt bereits viele planerische Konzepte, Ideen und Beispiele, die postwachstumsorientiert sind. Viel eher geht es darum, herauszufinden, was einer postwachstumsorientierten Raumentwicklung im Weg steht und wie diese Rahmenbedingungen dementsprechend verändert werden können. Wie können also zum Beispiel alternative und kollektive Wohn- und Eigentumsformen oder auch ökologisches (Um-)Bauen beziehungsweise Reparieren breiten tauglich werden? Wie kann eine Baukultur des Postwachstums aussehen? Was bedeutet es, für eine offene, solidarische und postfossile Gesellschaft zu entwerfen? Um die Rahmenbedingungen zu ändern, braucht es unter anderem eine Neudefinition von Werten, Normen, Richtlinien und Steuern. Zentral für Postwachstum ist hierbei die demokratische Gestaltung dieser Transformationsprozesse. Daher ist die intensive Zusammenarbeit zwischen Institutionen, Planung und sozialen Bewegungen – sowohl lokal als auch global und vor allem im globalen Süden – zentral.

Um in die Umsetzung zu kommen, braucht es Möglichkeitsräume, in denen eine Kultur des Experimentierens und Fehlermachens stattfinden kann, um Alternativen zu testen.

Zukunftshof Rothneusiedl – Reallabor für Stadtlandwirtschaft in Wien



Abbildung 43: Der Zukunftshof im Süden Wiens ist ein Stadtteilzentrum und Reallabor für Stadtlandwirtschaft, gelegen an der Schnittstelle zwischen Bestandsstadt und zukünftigem Stadtentwicklungsgebiet (südlich). [Quelle: Andreas Gugumuck]

Ein Beispiel für einen solchen Möglichkeitsraum ist der Zukunftshof Rothneusiedl, der seit 2019 von einer interdisziplinären Gruppe rund um den Schneckenzüchter Andreas Gugumuck als Reallabor für Stadtlandwirtschaft bespielt wird. Es handelt sich um einen alten, um 1880 erbauten Vierkanthof, der im ehemaligen Vorort und immer noch ländlich geprägten Stadtteil „Rothneusiedl“ im heutigen zehnten Wiener Gemeindebezirk liegt. Der nach dem Pächter benannte „Haschahof“ wurde seit jeher als Landwirtschaft betrieben und wurde in den 1980er-Jahren als einer der ersten Wiener Betriebe auf Biolandwirtschaft umgesattelt. Bis 2014 gab es dort einen riesigen Pflückgarten, an dem sich tausende Wiener:innen mit biologischem Obst und Gemüse versorgen konnten. Dann kam eine Wende – denn der ehemalige Haschahof liegt mitten in Rothneusiedl, einem Zielgebiet der Wiener Stadtentwicklung auf 124 ha Agrarland. Nachdem im Jahr 2016 ein Abriss durch Besetzung von Aktivistinnen und Aktivisten verhindert werden konnte, stand der Hof einige Jahre leer. Während dieser Zeit gründete sich rund um den direkten Nachbarn des Hofes Andreas Gugumuck ein Verein, in dem eine interdisziplinäre Gruppe (Food Pioneering, Architektur, Raumplanung, Ernährungswissenschaft, Sozialarbeit, Soziologie, Neurologie, Kunst, Kultur und viele mehr), in der visionäre Ideen für die Zukunft des leer stehenden Hofes entstanden. Im Jahr 2019 wurde schließlich ein Ideenwettbewerb zur Zwischennutzung des ehemaligen Haschahofs vom Wohnfonds Wien ausgeschrieben. Der Verein rund um Gugumuck entwickelte in intensiver Zusammenarbeit und unter Beteiligung der

Nachbarschaft des Hofes ein Nutzungskonzept mit dem Titel „Zukunftshof“ und gewann schließlich den Wettbewerb. Seither wird der Hof von diversen Initiativen aus Kunst, Kultur und Wissenschaft rund um die Spannungsthemen Stadtlandwirtschaft, Ernährung und Stadtentwicklung bespielt. Es finden Veranstaltungen wie mehrtägige Festivals (Zukunftserwachen), Märkte, Konzerte, Raves, Frühschoppen, Zukunftstafeln, Podiumsdiskussionen bis hin zu Fachkonferenzen statt. Das Besondere daran: Menschen mit verschiedensten Hintergründen, von jungen Studierenden bis hin zu alleingesessenen Bäuerinnen und Bauern aus der Nachbarschaft kommen am Zukunftshof zusammen, um gemeinsam anzupacken, zu diskutieren und Visionen zu schmieden. Neben den kulturellen Nutzungen ist natürlich die urbane (Lebensmittel-)Produktion ein Schwerpunkt des Nutzungskonzeptes. In den kommenden Jahren sollen die alten Gemäuer nach Postwachstumsprinzipien saniert beziehungsweise repariert und den neuen Nutzungen angepasst werden. Die ersten Betriebe sind schon eingezogen. Nähere Infos: <https://www.zukunftshof.at/>.



Abbildung 44: Nach einigen Jahren Leerstand wird der alte Vierkanthof seit 2020 von diversen Initiativen aus Kunst, Kultur und Wissenschaft rund um die Spannungsthemen Stadtlandwirtschaft, Ernährung und Stadtentwicklung bespielt. Die alten Gemäuer sollen in den kommenden Jahren möglichst nach Low-Tech-Prinzipien repariert und den neuen Nutzungen angepasst werden. Die ersten Betriebe sind schon eingezogen. [Quelle: Andreas Gugumuck]

Literatur

Brand, Ulrich; Markus Wissen, 2017: Imperiale Lebensweise: Zur Ausbeutung von Mensch und Natur in Zeiten des globalen Kapitalismus. München, Deutschland: oekom verlag.

BPB – Bundeszentrale Für Politische Bildung, Bundeszentrale Für Politische Bildung, 2017: Texte und Grafiken zur Großen Beschleunigung - „The Great Acceleration“, bpb.de, [online] <https://www.bpb.de/themen/umwelt/anthropozoen/216918/texte-und-grafiken-zur-grossen-beschleunigung-the-great-acceleration/> [abgerufen am 28.08.2022]

DEAL – Doughnut Economics Action Lab, 2022: Creating City Portraits, doughnuteconomics.org, [online] <https://doughnuteconomics.org/tools/14> [abgerufen am 11.10.2022].

degrowth.info, ohne Datum: Degrowth in Bewegungen, degrowth.info, [online] <https://degrowth.info/de/dib/degrowth-in-bewegungen> [abgerufen am 25.08.2020].

Engels, Friedrich, 1845: Die Lage der arbeitenden Klasse in England.

Engels, Friedrich: Lage der arbeitenden Klasse in England (o. D.): textlog.de - historische Texte & Wörterbücher, [online] <https://www.textlog.de/engels-england.html> [abgerufen am 04.09.2022].

European Environmental Bureau, 2019: Decoupling debunked: Evidence and arguments against green growth as a sole strategy for sustainability. <https://eeb.org/library/decoupling-debunked/>

Fehl, Gerhard, 2007: Fordismus und Städtebau um 1930 - „Auflösung“ oder „Auflockerung“ der Großstadt?, UB Weimar OPUS 4.6.3, [online] <https://e-pub.uni-weimar.de/opus4/frontdoor/index/index/docId/1065> [abgerufen am 03.01.2020].

Felber, Christian, 2019: Wann kommt die Befreiung der Ökonomie vom BIP?, Die Presse, [online] <https://www.diepresse.com/5719955/wann-kommt-die-befreiung-der-oekonomie-vom-bip> [abgerufen am 14.10.2022].

Frank, Susanne, 2009: Architekturen: Mehr als ein „Spiegel der Gesellschaft“, bpb.de, [online] <https://www.bpb.de/shop/zeitschriften/apuz/31938/architekturen-mehr-als-ein-spiegel-der-gesellschaft/> [abgerufen am 05.08.2020].

Nicoll, Norbert; Brand, Ulrich, 2016: Adieu, Wachstum!: Das Ende einer Erfolgsgeschichte: Vom Ende einer Erfolgsgeschichte, 1. Aufl., Marburg, Deutschland: Tectum Wissenschaftsverlag.

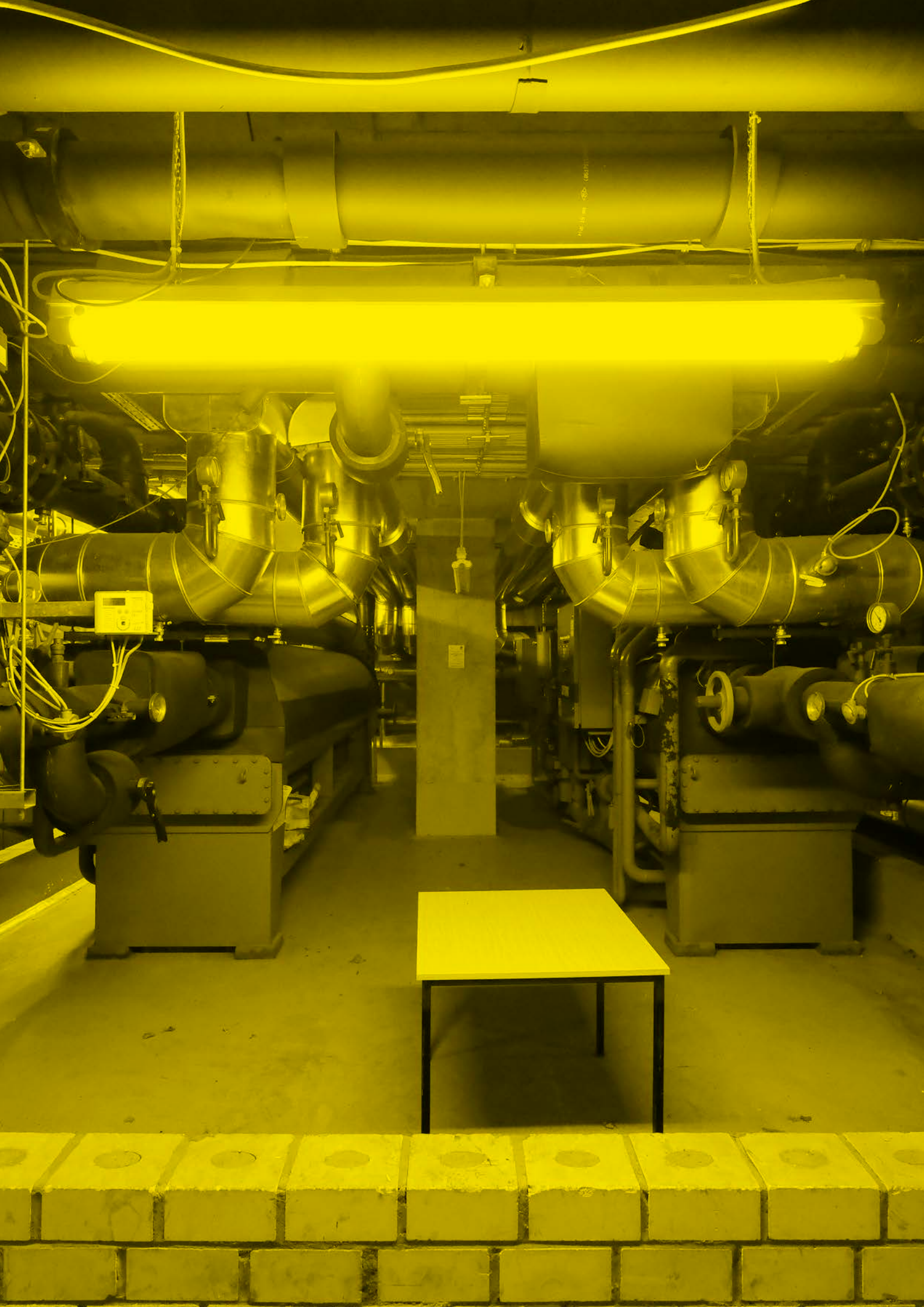
Schmelzer, Matthias; Andrea Vetter, 2021: Degrowth / Postwachstum zur Einführung, Hamburg, Deutschland: Junius Verlag.

Tizot, Jean-Yves, 2018: Ebenezer Howard's Garden City Idea and the Ideology of Industrialism, Open Edition Journals, [online] <https://journals.openedition.org/cve/3605?lang=en> [abgerufen am 04.09.2022].

Uno-Report über Gebäudeemissionen: Klimaproblem, in Beton gegossen, 2020: DER SPIEGEL, Hamburg, Germany, [online] <https://www.spiegel.de/wissenschaft/mensch/klimawandel-38-prozent-der-co2-emissionen-stammen-aus-dem-gebaeudesektor-a-b31a21c4-a3bb-4b00-a5fc-869091ee6ca4> [abgerufen am 08.10.2022].

von Weizsäcker, Robert Frhr., 2018: Bruttoinlandsprodukt (BIP), Gabler Wirtschaftslexikon, [online] <https://wirtschaftslexikon.gabler.de/definition/bruttoinlandsprodukt-bip-27867> [abgerufen am 28.08.2022].

Zukunftshof, ohne Datum: Zukunftshof – gelebte Utopien, Zukunftshof, [online] <https://www.zukunftshof.at/> [abgerufen am 14.10.2022].



Die Autorinnen und Autoren



Thomas Auer

Nach dem Studium der Verfahrenstechnik in Stuttgart war Thomas Auer für die Firma Transsolar tätig. Mit Büros in Stuttgart, München, Paris und New York entwickelt und simuliert das Büro Transsolar innovative Energie- und Klimakonzepte für Gebäude und Stadtviertel mit dem Ziel der Energieeffizienz bei hoher Aufenthaltsqualität. Thomas Auer lehrte an der Universität Yale in New Haven, CT (USA), der École Spéciale d'Architecture (ESA) in Paris (Frankreich), der Universität Sassari auf Sardinien (Italien) und der Ryerson University in Toronto (Kanada).

Zum Januar 2014 wurde Prof. Thomas Auer, Geschäftsführer der Firma Transsolar, auf den Lehrstuhl für Gebäudetechnologie und klimagerechtes Bauen der TUM berufen. Im Fokus von Forschung und Lehre stehen klimagerechtes und energieeffizientes Bauen. Ein Schwerpunkt der Forschung ist die robuste Optimierung des Gebäudesektors auf der Skalierung des Gebäudes als auch der Stadt.



Daniel Bell

Von 2003 bis 2009 Studium der Soziologie (rechts- und wirtschaftswissenschaftliche Studienrichtung) an der Universität Wien. 2009 Sponsion zum Magister der Soziologie | Von 2009 bis 2019 wissenschaftlicher Mitarbeiter und Projektleiter bei FACTUM OG im Themenbereich Mobilitäts-, Verkehrs- und Stadtforschung | Seit 2019 Senior Lecturer/Researcher an der Fachhochschule Technikum Wien; Leitung des Forschungsschwerpunkts Renewable Energy Systems und Leitung des Kompetenzteams zur Erforschung sozialer und umweltwissenschaftlicher Aspekte urbaner Klimaadaptionsmaßnahmen. Der aktuelle inhaltliche und methodische Fokus liegt auf der Ausarbeitung und Anwendung sozialwissenschaftlicher Methoden im Kontext der aktiven Nutzer*inneneinbindung in Planungs- und Evaluierungsprozessen auf Quartiersebene zur Erhöhung von Lebensqualität, Nutzer*innenkomfort und Nachhaltigkeit.



Rolf Frischknecht

Dr. Rolf Frischknecht ist diplomierter Bauingenieur und prägt seit bald 30 Jahren die Entwicklung der Ökobilanzierung in Europa und weltweit. Seine Tätigkeiten reichen von der umfassenden elektronisch und online verfügbaren Ökobilanzdatenbank eco-invent bis zur Weiterentwicklung von Umweltindikatoren und Bewertungsmethoden, etwa der Methode der ökologischen Knappheit. Er leitet das auf Ökobilanz-Beratung und -Forschung spezialisierte Unternehmen treeze und unterrichtet Ökobilanzen an der ETH Zürich. Er lebt mit seiner Familie in Uster, Schweiz. 2020 wurde er für sein Lebenswerk mit dem SETAC-edana Preis der Ökobilanzierung ausgezeichnet.



Ernst Gruber

ist Architekt, Grafik- und Kommunikationsdesigner sowie Mitglied der Geschäftsführung des Wiener Büros wohnbund:consult eG, Büro für Stadt.Raum.Entwicklung. Seine Forschungs- und Arbeitsschwerpunkte sind Wohnbau und Stadtforschung mit Fokus auf die Nutzer und deren Einbindung. Lehrtätigkeit am Institut für Städtebau der TU Wien, laufende Publikations- und Forschungstätigkeiten. Margarete-Schütte-Lihotzky-Projektstipendium 2021 „Genossenschaftlich wohnen morgen“. Lebt und arbeitet in Wien.



Julia Halbauer

Julia Halbauer studierte Architektur an der Technischen Universität Wien. In ihrer Diplomarbeit beschäftigte sie sich mit den räumlichen Bezügen von Degrowth/Postwachstum als Vision für Gesellschaftstransformationen. Während des Studiums war sie in Architekturbüros sowie als Studienassistentin am Forschungsbereich für Landschaftsarchitektur und Gartenkunst am Institut für Städtebau der TU Wien tätig. Julia engagierte sich im Vereinsvorstand des Projekts „Zukunftshof“ in Wien – ein inmitten eines Wiener Stadtteilentwicklungsgebiets liegender und ehemals leer stehender Bauernhof, der sich zum Stadtteilzentrum für urbane Landwirtschaft und Ko-Kreation entwickelt hat. Seit 2021 ist Julia bei nonconform in Wien tätig und dabei in unterschiedlichste Planungsaufgaben und räumliche Beteiligungsprozesse involviert.



Lukas Lauss

2011 – 2014 Fachhochschule Oberösterreich – Campus Wels, Öko-Energietechnik, Bachelorstudium | **2014 – 2016** Technische Universität München – Energieeffizientes und nachhaltiges Bauen, Masterstudium | **2015 – 2016** Wissenschaftlicher Mitarbeiter ADAC e.V., Betrieb und Optimierung Gebäudetechnik | **2016** Masterand und Wissenschaftlicher Mitarbeiter, Fraunhofer-Institut für Bauphysik IBP, Forschung & Entwicklung – Abteilung Energieeffizientes Bauen – Gebäudesystemlösungen | **Seit 2017** Wissenschaftlicher Mitarbeiter Technische Universität München, Lehrstuhl für Gebäudetechnologie und klimagerechtes Bauen | Seit 2018 Doktorand an Technischen Universität München, Lehrstuhl für Gebäudetechnologie und klimagerechtes Bauen



Bernhard Lipp

Studium der Technischen Physik an der TU Wien | 1998 Dissertation am Atominstitut auf dem Gebiet der Biophysik (Nichtlineare Analyse von Zeitreihen mit Schnell-Langsam-Dynamik am Beispiel von EKG-Daten) | Seit 1997 Geschäftsführer des Österreichischen Instituts für Bauen und Ökologie (IBO), Unterrichtstätigkeiten (Höhere technische Bundeslehranstalt Hollabrunn, FH Campus Wien), Gründungsmitglied der Österreichischen Gesellschaft für Nachhaltiges Bauen, Mitglied des „klimaaktiv“-Leitungsgremiums, Behaglichkeits- und Stressforschung, Entwicklung von Qualitätssicherungskonzepten für Gebäude und Ökokriterien für die Wohnbauförderung



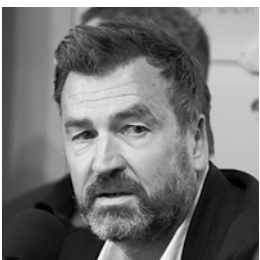
Ingo Malter

Ingo Malter verantwortet in seiner Funktion als Geschäftsführer der STADT UND LAND Wohnbauten-Gesellschaft mbH, einer der sechs kommunalen Wohnungsbaugesellschaften des Landes Berlin, die Bereiche Bestandsmanagement, Personalwesen und Organisationsentwicklung, Bauen sowie die Stabsstellen Unternehmenskommunikation und Strategischer Einkauf. Seine berufliche Laufbahn startete der Diplom-Ingenieur nach einem Studium der Landschaftspflege an der Technischen Fachhochschule Berlin zunächst in den Bauämtern der Bezirksämter Kreuzberg und Reinickendorf. Danach arbeitete er mehrere Jahre in führenden Positionen bei der GSW Immobilien AG. Nach einem nebenberuflichen MBM-Studium an der FU Berlin war er als Senior Asset Manager bei einem Tochterunternehmen von Goldman Sachs tätig, bevor er 2010 als Geschäftsführer der STADT UND LAND bestellt wurde.



Ute Muñoz-Czerny

Architektin und Anthropologin, seit 2015 Mitarbeiterin am IBO; Forschung im Bereich Innenraumluftqualität, NutzerInnenkomfort, Lebenszyklusanalysen und Energieeffizienz; Ausbildung zur Fachkraft Lehm (Handwerkskammer Koblenz); Gebäudezertifizierungen (klimaaktiv, ÖGNB)



Florian Nagler

Architekt | **1986** Abitur in Bad Tölz | **1987 – 1989** Lehre als Zimmermann | **1989 – 1994** Studium der Architektur an der Universität Kaiserslautern | **1994 – 1997** Freie Mitarbeit im Büro Mahler Günster Fuchs | **1996** Freier Architekt mit Büro in Stuttgart, **seit 1999** in München, **seit 2001** gemeinsam mit Barbara Nagler | **2010** Professur für Entwerfen und Konstruieren an der TU München | TUM.wood | einfach-bauen.net



Niko Paech

Prof. Dr. Niko Paech studierte Volkswirtschaftslehre, promovierte 1993, habilitierte sich 2005 und vertrat den Lehrstuhl für Produktion und Umwelt an der Carl von Ossietzky Universität Oldenburg von 2008 bis 2016. Derzeit forscht und lehrt er an der Universität Siegen im Masterstudiengang Plurale Ökonomik. Seine Forschungsschwerpunkte sind Postwachstumsökonomik, Klimaschutz, nachhaltiger Konsum, Sustainable Supply Chain Management, Nachhaltigkeitskommunikation und Innovationsmanagement. Er ist in diversen nachhaltigkeitsorientierten Forschungsprojekten, Netzwerken, Initiativen sowie Genossenschaften tätig.



Stefan Simon

Stefan Simon ist Direktor des Rathgen-Forschungslabors der Staatlichen Museen zu Berlin, Stiftung Preußischer Kulturbesitz. Ausgebildet als Konservierungswissenschaftler, hat Stefan Simon in Chemie an der Ludwig-Maximilians-Universität in München über die Verwitterung und Konservierung von Marmor promoviert. Als Gründungsdirektor des Institute for the Preservation of Cultural Heritage (IPCH) an der Yale University, New Haven, Connecticut, hat Stefan Simon ab 2014 vor allem die Entwicklung nachhaltiger Konservierungsstrategien priorisiert, angetrieben von der Debatte zum Klimawandel und dem „grünen Museum“. Er ist seit 2010 Mit-Initiator einer gleichnamigen Veranstaltungsreihe in Deutschland.



Andrea Vetter

Andrea Vetter ist Transformationsforscherin. Sie ist Gründerin und Mitgestalterin des 3.000 m² großen Kultur- und Lernortes „Haus des Wandels“ in Ostbrandenburg. Derzeit lehrt sie als Vertreterin einer Professur im Master-of-Arts-Studiengang Transformation Design an der Hochschule für Bildende Künste Braunschweig. Sie ist Redakteurin der Zeitschrift „Oya: enkeltauglich leben“ und assoziiert mit dem Konzeptwerk Neue Ökonomie (Leipzig). Mitgründerin und Aufsichtsrätin der Genossenschaft Bürgerenergie Oder-Spree. Mitglied unter anderem im Netzwerk Ökonomischer Wandel (NOW) und dem Netzwerk Vorsorgendes Wirtschaften. Autorin von unter anderem „Konviviale Technik: Eine empirische Technikethik für eine Postwachstumsgesellschaft“ (Transcript, 2022) und „Degrowth/Postwachstum zur Einführung“ (mit M. Schmelzer, Junius, 2019).



Thomas Zelger

Physiker TU Wien | **Seit 2016** Stadt-Wien-Stiftungsprofessor für energieeffiziente und nutzer*innenfreundliche Gebäude und Quartiere am Forschungsfeld Renewable Energy Systems an der FH Technikum Wien | **Vor 2016** über 20 Jahre Forschung und Umsetzung im Bereich Passivhaus- und Plusenergiebauweise, Bauökologie, Bauphysik, Dynamische Gebäude- und Anlagensimulation und Komfortforschung am IBO (Österreichisches Institut für Bauen und Ökologie). Publikationen im Bereich Komfort, Bauökologie, Plusenergiequartiere, ökologische Passivhausbauteilkataloge



Bundesinstitut für Bau-, Stadt- und Raumforschung

im Bundesamt für Bauwesen
und Raumordnung



ZUKUNFT BAU
FÖRDERN FORSCHEN ENTWICKELN

www.zukunftbau.de

ISBN 978-3-87994-098-1
ISSN 2199-3521

Die komplexe Wechselwirkung zwischen Mensch, Technik und Umwelt wird im fachlichen Diskurs zum energieeffizienten Bauen in der Regel nachrangig betrachtet. Die Komfort- und Technikansprüche der Gebäudenutzerinnen und -nutzer sowie die gängigen Effizienzstrategien scheinen die Technikabhängigkeit von Gebäuden weiterhin zu begünstigen, ohne dass der Energie- und Ressourcenverbrauch signifikant reduziert wird. Auf dem zweiten Lowtech-Symposium an der TU Berlin wurden einfache, robuste und technikreduzierte Strategien für einen klimaneutralen Gebäudebestand im Kontext einer suffizienzorientierten Postwachstumsgesellschaft diskutiert. Die vorliegende Broschüre gibt eine ausführliche Zusammenfassung der unterschiedlichen Beiträge wieder.

Zukunft Bau setzt seit über 15 Jahren wichtige Impulse für Architektur und Bauwesen, schlägt Brücken zwischen Bauforschung und Baupraxis. Im Mittelpunkt steht der baurelevante Erkenntnisgewinn zu aktuellen Forschungsthemen wie Klimaschutz, Material- und Ressourceneffizienz, Digitalisierung, kostengünstiges Bauen und demografischer Wandel. Hierfür bietet Zukunft Bau eine Plattform, um entsprechende innovative Ansätze zu erforschen, zu konzipieren, zu erproben und zu vermitteln. Dabei sollen neue Rahmenbedingungen des Bauwesens ausgelotet wie auch die Forschung als Methode beim Planen und Bauen in größerer Breite etabliert werden. Getragen wird das Innovationsprogramm Zukunft Bau vom Bundesministerium für Wohnen, Stadtentwicklung und Bauwesen (BMWSB) gemeinsam mit dem Bundesinstitut für Bau-, Stadt- und Raumforschung (BBSR).